

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

NÍVEIS DE CARBOIDRATOS EM DIETAS EXTRUSADAS
PARA TILÁPIAS-DO-NILO REVERTIDAS OU NÃO
SEXUALMENTE

Gisele Cristina Favero
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2010

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

NÍVEIS DE CARBOIDRATOS EM DIETAS EXTRUSADAS
PARA TILÁPIAS-DO-NILO REVERTIDAS OU NÃO
SEXUALMENTE

Gisele Cristina Favero

Orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Célia Portella

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2010

Favero, Gisele Cristina

F237n Níveis de carboidratos em dietas extrusadas para tilápias-do-nilo revertidas ou não sexualmente / Gisele Cristina Favero. – – Jaboticabal, 2010

xiii, 68 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientador: Dalton José Carneiro

Banca examinadora: Maria Inez Espagnolli Geraldo Martins, Eduardo Gianini Abimorad

Bibliografia

1. Peixe - nutrição. 2. Peixe - reversão sexual. 3. Tilápia-do-nilo - análise econômica I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 639:636.085

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GISELE CRISTINA FAVERO - nasceu em Ribeirão Preto, SP, no dia 19 de Fevereiro de 1982. Em março de 2003 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, realizando cursos, estágios e participação em projetos de extensão junto à Consultoria Agropecuária Júnior (CAPJr). No ano de 2004 iniciou estágio no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) do Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), sob orientação do Professor Doutor Dalton José Carneiro, onde desenvolveu sua Iniciação Científica com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em 2008 ingressou no mestrado em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, também sob orientação do Professor Doutor Dalton José Carneiro e com bolsa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), submetendo sua dissertação à banca examinadora no dia 28 de junho de 2010.

...Viva!

*Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida com paixão,
perder com classe
e vencer com ousadia,
porque o mundo pertence a quem se atreve
e a vida é "muito" pra ser insignificante...*

Charles Spencer Chaplin

Dedico,

*Aos meus pais Tarciso e Dora e aos meus irmãos,
Junior e Carol, pelos ensinamentos, incentivo,
dedicação e amor em todos os momentos.*

Ofereço,

*À minha avó Lourdes Búfalo Calandro pelas orações, carinho e
proteção.*

*À minha avó Albina Spreafico Favero “in memoriam” por ter sido a
responsável por grandes e belos momentos de minha infância e
adolescência.*

Às minhas tias “Margô” e “Mainha” pelas orações e afeto.

Aos meus tios Paulinho, Luizinho (“in memoriam”) e Carlinho.

...Amo todos vocês!!!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar o meu caminho e nunca me abandonar.

Ao meu orientador Prof. Dr. Dalton José Carneiro, pela dedicação em me ensinar, por me dar suporte durante todos os anos de estágio e mestrado e, acima de tudo, por confiar em meu trabalho. De coração agradeço!!!

Aos membros da Banca Examinadora da Qualificação e da Defesa: Profa. Dra. Marta Verardino de Stéfani, Profa. Dra. Maria Inez Espagnolli Geraldo Martins e Dr. Eduardo Gianini Abimorad. Muito obrigada pelas correções, tão importantes para a redação final deste trabalho.

À Professora Dra. Maria Inez Espagnolli Geraldo Martins, pela enorme ajuda durante toda a redação do capítulo de avaliação econômica, pela paciência em explicar cada cálculo e pela disposição em me atender em sua sala.

À minha co-orientadora Maria Célia Portella, pelo imprescindível apoio.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Aos meus amigos, colegas e grandes companheiros, que trabalham direta ou indiretamente no LANOA, pelo grande auxílio durante todas as etapas desta pesquisa: Hellen Buzolli, Natália, Lidiane, Gustavo (Vurto), Rodrigo (Tigrão), Caio (Eterno), Carol Nebo, Luis Otávio (Pudim), Thiago (Nogento), Márcia Stech, Juliana (Tomys), Rodrigo (Gimbo), Marcos Saíta, Olívia (Taxinha), Elen (Saga), Thiago (Strumi), Camila, Larissa, Rafael (Perdido) e Silvinha.

Ao Sr. Mauro e seu “tratorzinho”, que foram fundamentais no carregamento dos peixes e rações do experimento.

A todos do CAUNESP: alunos, funcionários, pesquisadores e docentes.

Ao Camilo Guerrero Alvarado pela dedicação em me ajudar e me apoiar durante grande parte do período experimental e de redação deste trabalho e, principalmente, pela paciência e companheirismo incondicionais. Muito obrigada!!!

À Vanessa Squassoni (Rapidex), a quem considero minha querida irmã caçula, companheira de casa e apartamento durante seis inesquecíveis anos.

À minha mais nova companheira de apartamento, Désirée.

Ao meu vizinho e amigo Dr. Sérgio Ricardo Batlouni pelas dicas.

À minha amiga Maiara (Fre), que compartilhei os melhores tempos de colégio e de faculdade.

Ao Rodrigo César Rossi (Ramela) pela nossa amizade.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
Importância da espécie.....	2
Estudos sobre a utilização de carboidratos em peixes	3
Estudos sobre a reversão sexual em peixes	8
REFERÊNCIAS.....	14
 CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDOS OU NÃO SEXUALMENTE E ALIMENTADOS COM TRÊS TEORES DE CARBOIDRATOS	
Resumo	23
Introdução	24
Material e métodos.....	25
Material biológico.....	25
Instalações e condições experimentais	26
Dietas experimentais	27
Parâmetros de desempenho produtivo avaliados.....	29
Determinação da composição corporal.....	30
Parâmetros de eficiência nutricional	30
Delineamento experimental e análise dos dados	31
Sexagem dos peixes	32
Resultados	33
Variáveis físico-químicas da água	33
Desempenho produtivo dos juvenis.....	33
Eficiência de utilização de nutrientes.....	35
Variáveis morfo-somáticas.....	37

Composição corporal dos juvenis.....	38
Sexagem	40
Discussão.....	40
Conclusões	47
REFERÊNCIAS.....	48

CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO COM DIETAS EXTRUSADAS CONTENDO TRÊS TEORES DE CARBOIDRATOS

Resumo	53
Introdução	54
Material e Métodos.....	55
Juvenis de tilápia	55
Custo de produção das dietas	57
Orçamentos parciais	59
Despesas/Receita.....	59
Alteração do rendimento líquido	60
Resultados e Discussão.....	60
Conclusões.....	66
REFERÊNCIAS.....	67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO REVERTIDOS OU NÃO SEXUALMENTE E ALIMENTADOS COM TRÊS TEORES DE CARBOIDRATOS

Página

TABELA 1. Fórmulas e composição percentual das dietas experimentais	28
TABELA 2. Tratamentos utilizados para avaliar o desempenho produtivo dos juvenis de tilápia-do-nilo	32
TABELA 3. Valores médios dos parâmetros de desempenho em juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta	34
TABELA 4. Valores médios dos parâmetros de eficiência de utilização de nutrientes em juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta	36
TABELA 5. Valores médios dos parâmetros morfo-somáticos em juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta	37
TABELA 6. Valores médios dos parâmetros de composição corporal em juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta	39
TABELA 7. Peso médio final e porcentagens de machos dos juvenis de tilápia-do-nilo	40

CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO COM DIETAS EXTRUSADAS CONTENDO TRÊS TEORES DE CARBOIDRATOS

Página

TABELA 1. Custo de produção dos juvenis revertidos ou não sexualmente (peso final médio de 25 g), produzidos com alimento natural (fertilização orgânica com esterco suíno) ou dieta extrusada comercial.....	56
TABELA 2. Preços e porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados nas três dietas experimentais	57
TABELA 3. Custo operacional total do processamento das dietas (em R\$ / 100 kg de dieta)	61
TABELA 4. Consumo total de dieta (em kg) dos 36 juvenis de cada parcela durante os 123 dias do experimento de desempenho.....	62

TABELA 5. Receitas e despesas da produção de tilápias (36 peixes por tratamento), dos itens que variaram entre os tratamentos, em reais, em novembro de 2009... 63

TABELA 6. Alteração do Rendimento Líquido (ARL), obtido na produção de tilápias (36 peixes por tratamento), em reais, considerando-se os teores de extrativo não nitrogenado64

TABELA 7. Alteração do Rendimento Líquido (ARL), obtido na produção de tilápias (36 peixes por tratamento), em reais, considerando-se a reversão sexual e os tipos de alimentos utilizados durante a recria65

NÍVEIS DE CARBOIDRATOS EM DIETAS EXTRUSADAS PARA TILÁPIAS-DO-NILO REVERTIDAS OU NÃO SEXUALMENTE

RESUMO – A exigência por produtos de melhor qualidade é cada vez maior por parte dos consumidores. Produzir um alimento sem qualquer resíduo de hormônios como os utilizados na reversão sexual de tilápias e, além disso, conseguir cultivar um peixe capaz de utilizar adequadamente os carboidratos de uma dieta sem deficiências nem excessos, pode significar um maior retorno econômico para o produtor e maior aceitação no mercado, garantindo a compra de um produto mais saudável e seguro ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos produtivos, econômicos e de composição corporal de juvenis de tilápia-do-nylo, revertidos ou não sexualmente, originados de recria utilizando-se dois tipos de alimentos (alimento natural, através de fertilização orgânica com esterco suíno ou dieta extrusada comercial) e alimentados com dietas extrusadas contendo três teores de extrativo não nitrogenado. Utilizaram-se 432 juvenis, estocados em 36 tanques e que receberam dietas contendo três teores de extrativo não nitrogenado (34, 38 ou 42 %), durante 123 dias de experimento. Foram calculados os principais parâmetros de desempenho, eficiência de utilização de nutrientes, variáveis morfo-somáticas e realizada uma avaliação econômica, utilizando-se a metodologia dos orçamentos parciais, estimando-se os efeitos das alterações nas despesas e receitas entre os tratamentos. O consumo diário de dieta foi significativamente maior para os juvenis que receberam alimento natural. No entanto, os juvenis alimentados com dieta comercial durante a fase de recria apresentaram maior eficiência de retenção de proteína. A inclusão de 42 % de ENN na dieta resultou em valores médios estatisticamente maiores para o ganho em peso e consumo diário de dieta em relação ao nível de 38 %. O teor de 42 % de ENN melhorou o crescimento dos peixes, mas levou a um aumento no índice hepato-somático, podendo significar acúmulo de gordura no fígado. A dieta com 34 % de ENN apresenta o menor custo de produção, porém, qualquer alteração no nível de ENN na dieta de 42 para 34 ou 38 % piora os resultados econômicos. O acúmulo de gordura no fígado, bem como uma observação mais detalhada sobre os danos causados nos

hepatócitos dos juvenis necessitam ser mais bem estudados, através da análise histológica do fígado destes peixes. Os resultados econômicos mostram que é viável a produção de tilápias sem o uso de hormônios para a reversão sexual e que recebam alimento natural, através da fertilização orgânica com esterco suíno durante a recria em viveiros.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, crescimento, extrativo não nitrogenado, análise econômica, alteração do rendimento líquido.

CARBOHYDRATE LEVELS IN EXTRUDED DIET TO SEX REVERSED OR MIXED SEX NILE TILAPIA

ABSTRACT - The demand for better quality products is increasing among consumers. Produce a product without any residue of hormones such as those used in the sex reversal of tilapia and, besides, to grow a fish able to properly utilize the carbohydrates from a diet without deficiencies or excesses, may mean a higher economic return for the producer and largest market acceptance, assuring the purchase of a product healthier and safer for the environment. The aim of this study was to evaluate the productive and economic aspects and body composition of juvenile Nile tilapia, sex reversed or mixed sex, which was previously produced with two types of food (natural food through organic fertilization with swine manure or extruded commercial diet) and fed with extruded diets containing three levels of non-nitrogenous extract (NNE). It was used 432 juveniles stocked in 36 tanks and fed with diets containing three levels of non-nitrogenous extract (34, 38 or 42 %) during 123 days of experiment. It was calculated the main parameters of performance, efficiency of nutrient use, morphological and somatic variables and performed an economic evaluation, using the methodology of the partial budgets, estimating the effects of changes in costs and revenues among the treatments. The food intake was significantly greater for the juveniles who received natural food. However, fishes fed with commercial diet during the growing phase showed

higher efficiency of protein retention. The inclusion of 42% of NNE in the diet resulted in statistically higher mean values for weight gain and food intake in relation to the level of 38%. The content of 42% NNE improved fish growth, but led to an increase in the hepatosomatic index, which may mean fat accumulation in the liver. The diet with 34% of NNE has the lowest production cost, however, any change in the level of NNE in the diet from 42 to 34 or 38 % worse economic outcomes. The accumulation of fat in the liver, as well as a more detailed observation on the damage in hepatocytes of juveniles should be better studied by histological analysis of the liver of these fish. The economic results show that it is feasible to produce tilapia without the use of hormones for the sex reversal and receiving natural food, through organic fertilization with swine manure during rearing in nurseries.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, growth, non-nitrogenous extract, economic analysis, changes in net income.

CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais

A aquicultura mundial cresceu consideravelmente nos últimos 50 anos. De uma produção de menos de um milhão de toneladas no início dos anos 50 para 51,7 milhões de toneladas em 2006, representando um valor de 78,8 bilhões de dólares. Isto significa que ela está crescendo mais rapidamente que os outros setores da produção animal (FAO, 2009). A importância que a aquicultura tem para o homem moderno baseia-se no fato de servir como alternativa promissora para o extrativismo, que chegou ao seu limite máximo sustentável em 1995, com um total de 100 milhões de toneladas ao ano (CAMARGO & POUEY, 2005).

O Brasil apresenta várias características de país com um enorme potencial para a aquicultura, tais como vasta área hídrica proveniente das bacias hidrográficas, numerosas represas e grande extensão litorânea. Desta maneira, é constante o aprimoramento em pesquisas que visam desenvolver tecnologias que viabilizam a produção de organismos aquáticos.

Depois de ter figurado durante anos como potencial país produtor, neste momento com a cadeia produtiva um pouco mais organizada, o Brasil passa a fazer parte do “Aquanegócio mundial”. Já estamos relacionados como sétimo maior produtor de tilápia do mundo e nosso pescado já pode ser apreciado em diversos lugares (CAMARGO, 2009).

As tilápias compõem o grupo de peixes que mais cresce em termos de comercialização mundial, especialmente pelo aumento da sua produção na China e outros países em desenvolvimento, como o Brasil (HEMPEL, 2002). As pesquisas realizadas com as tilápias se iniciaram no século XIX, aproveitando suas características positivas como a tolerância à baixa qualidade da água e o fato de consumirem uma ampla variedade de alimentos, além da sua adaptabilidade, sendo assim, consideradas ideais para a piscicultura (CASTILLO CAMPO, 2006).

A área da nutrição e alimentação de peixes vem se expandindo e chamando a atenção de toda a cadeia produtiva, já que os gastos provenientes deste setor chegam a representar 60% do custo total de produção. Este segmento, altamente industrializado e concorrido, em 2007 produziu mais de 230

mil toneladas de rações para a aquacultura, com um faturamento de mais de 100 milhões de dólares e está se desenvolvendo rapidamente, buscando melhorar os índices zootécnicos de produção e preocupando-se com as inter-relações entre o homem, o pescado e o meio ambiente (CAMARGO, 2009).

Importância da espécie

Tilápia é um nome genérico de um grupo de ciclídeos proveniente da África, Israel e Jordânia (POPMA & MASSER, 1999). O grupo consiste em três gêneros de grande importância na aquicultura: *Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilapia*. Portanto, as tilápias do gênero *Oreochromis* foram as que mais ganharam destaque na aquicultura mundial, sendo a tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*, a espécie de maior importância (POPMA & LOVSHIN, 1994). As tilápias foram introduzidas no Brasil pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, em 1952, buscando, através da importação de exemplares de *Tilapia rendalli*, uma espécie herbívora destinada ao repovoamento de represas para combater a proliferação de algas e macrófitas aquáticas. Em 1971, o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) introduziu a tilápia-do-nilo, que apresenta muitas características favoráveis à piscicultura brasileira (ZANIBONI-FILHO, 2004).

As principais vantagens que a tilápia-do-nilo apresenta em relação às outras espécies de peixes são o rápido crescimento em sistema intensivo de cultivo, hábito alimentar onívoro, carne com boas características organolépticas e filé sem espinhos intramusculares, em forma de Y (FURUYA et al., 2003). Em condições naturais, as tilápias ingerem uma ampla variedade de organismos, incluindo plâncton, macrófitas e invertebrados aquáticos, larvas de peixes, detritos e matéria orgânica em decomposição (POPMA & MASSER, 1999). Em condições de cultivo intensivo sua exigência nutricional é muito similar às outras espécies de peixes, sendo importante o fornecimento de dietas artificiais, com um adequado balanceamento nutricional que garanta sua manutenção e crescimento.

A intensificação da produção de tilápia, devido principalmente às vantagens e facilidades no cultivo desta espécie e o desenvolvimento da cadeia produtiva,

principalmente para combater a importação de pescado, tem demandado pesquisas sobre linhagens geneticamente melhoradas, criadas em nossos ambientes (SANTOS et al., 2006).

Várias linhagens de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) tem surgido no mundo, dentre estas se pode citar a *Tailandesa* ou *Chitralada* e a *Genomar Supreme*, que merecem especial atenção graças ao seu comportamento dócil e elevado potencial de produção. No entanto, a tilápia GIFT, proveniente do projeto de pesquisa *The Genetic Improvement of Farmed Tilapia* é uma linhagem que vem se destacando. Tilápias GIFT são melhoradas geneticamente e são provenientes de quatro linhagens comerciais cultivadas na Ásia e quatro linhagens silvestres de origem africana (GUPTA & ACOSTA, 2004).

Apresentam taxa de crescimento superior em relação à linhagem *Chitralada*, no início do cultivo (KUBITZA, 2006). Comparando grupos de monosexo (macho) e misto (machos e fêmeas) de três linhagens de tilápia-do-nilo (*Vietnamita*, GIFT e *Chitralada*) em tanques escavados e em tanques-rede, DAN & LITTLE (2000) observaram que a linhagem GIFT atingiu maior peso individual para o grupo monosexo macho, nos dois sistemas de cultivo empregados.

A utilização e avaliação de desempenho da tilápia GIFT, recentemente introduzida no Brasil, e ainda pouco estudada em nosso país, se faz necessária, especialmente para a produção de tilápias em tanques-rede (MARENGONI et al., 2008). A introdução desta nova linhagem de elevado desempenho, bem como de outras linhagens deverão intensificar ainda mais os sistemas de produção de tilápias nilóticas no Brasil (ZIMMERMANN & FITZSIMMONS, 2004).

Estudos sobre a utilização de carboidratos em peixes

Os carboidratos constituem o grupo de nutrientes mais controvertido dentro da alimentação de peixes, já que não aparecem deficiências e sinais clínicos de carência, quando ausentes na dieta (PEZZATO et al., 2004). São nutrientes pobremente utilizados, especialmente pelos peixes carnívoros, como os salmonídeos, que digerem e utilizam amido menos eficientemente que os peixes onívoros ou herbívoros (Hofer & Sturmbauer, 1985, citados por GAO et al., 2009).

Segundo SOLER-JARAMILLO (1996), é necessário considerar-se cuidadosamente a inclusão dos carboidratos nas dietas, pois os peixes apresentam uma baixa e limitada metabolização deste nutriente. Como a maior parte da digestão dos carboidratos ocorre no intestino e cecos pilóricos, os peixes carnívoros e de águas frias apresentam uma baixa atividade da amilase, que é a principal enzima responsável pela digestão dos carboidratos no intestino. Além disto, a digestão e absorção dos carboidratos mais complexos são dificultadas devido ao seu trato gastrintestinal ser mais curto em relação aos peixes onívoros ou herbívoros (SILVEIRA et al., 2009).

A baixa capacidade dos peixes, particularmente de espécies carnívoras, em utilizar os carboidratos da dieta é relatada por uma inadequada regulação na utilização (glicólise) e produção (gliconeogênese) de glicose hepática (ENES et al., 2009). Porém, a disponibilidade e o baixo custo dos carboidratos encorajam a sua inclusão em dietas para atender as exigências para peixes, embora os lipídios sejam reconhecidos como a principal fonte de energia não protéica (ABIMORAD, 2004). Em geral, um nível menor ou igual a 20% de carboidratos digestíveis na dieta parece ser ótimo para peixes marinhos ou peixes de águas frias, enquanto que níveis maiores são utilizados em dietas para peixes de água doce ou tropicais (WILSON, 1994).

Quando estão em jejum, os peixes utilizam as fontes lipídicas e protéicas tissulares (gliconeogênese), como fontes de energia, diferentemente dos mamíferos que aproveitam primeiramente a glicose ou glicogênio para suprir suas demandas energéticas (FILHO, 2004). Lin et al. (1977) citados por MOHANTA et al. (2009) afirmaram que níveis elevados de carboidratos nas dietas podem levar à deposição de gordura devido ao estímulo da atividade de enzimas lipogênicas no fígado dos peixes. HILTON et al. (1987) distinguiram entre um nível tolerável e um nível ótimo de carboidratos em dietas para peixes, definindo um nível tolerável aquele que não prejudica o crescimento e nem resulta no aumento da mortalidade e um nível ótimo foi definido como aquele em que a glicose é totalmente oxidada para produzir energia e a proteína é reservada para outros fins.

A utilização de carboidratos nas dietas varia entre as espécies e também pode estar relacionada à sua complexidade. A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e o bagre-do-canal (*Channel catfish*) possuem enorme capacidade em assimilar os carboidratos presentes nos grãos de cereais (milho, trigo integral, etc), mas as tilápias são mais eficientes que o bagre do canal na digestão de carboidratos complexos em dietas com elevado teor de fibra (POPMA & LOVSHIN, 1994).

Comparando carboidratos simples e complexos em dietas para tilápias, SHIAU & CHEN (1993) e SHIAU & LIN (1993) encontraram uma elevada atividade lipogênica no fígado e melhora no crescimento dos peixes alimentados com amido gelatinizado em relação à glicose ou outros monossacarídeos na dieta. Estes resultados corroboram aos encontrados por FURUICHI & YONE (1982) em carpas (*Cyprinus carpio*).

A presença de glicídios complexos no trato digestório dos peixes onívoros é frequente, existindo a possibilidade de digestão e absorção em maior ou menor grau (FILHO, 2004). De acordo com SHIMENO et al. (1981), para altos níveis de dextrina na dieta (45%) há uma redução no ganho em peso para carpa; porém essa situação é acompanhada de melhor coeficiente de eficiência no crescimento, indicando uma economia na quantidade de proteína pelo glicídio.

Estudando a utilização de diferentes fontes de carboidratos para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) mediante a avaliação de sete dietas isoprotéicas contendo, cada uma, 40 % de sete fontes purificadas de carboidratos (amido de milho regular, amido de milho ceroso, amido de milho pré-gelatinizado, fécula de mandioca modificada e pré-gelatinizada, dextrina, maltodextrina e dextrose), MUÑOZ-RAMIREZ (2005) relatou que as fontes de carboidratos mais complexas, sem gelatinização (amido regular e ceroso) e as mais simples (dextrose ou glicose) não se mostraram como boas fontes para o desempenho da espécie.

HONORATO et al. (2009) estudaram o efeito dos processamentos de extrusão e peletização de dietas com diferentes níveis de carboidratos (400 ou 500 g.kg⁻¹) e lipídios (40 ou 80 g.kg⁻¹) para juvenis de pacu e observaram melhora na taxa de eficiência protéica com o incremento dos níveis de carboidratos nas

dietas peletizadas. Porém, o ganho em peso foi reduzido quando os peixes foram alimentados com elevados níveis de carboidratos e lipídios na dieta.

Trabalhando com o híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), CARNEIRO et al. (1994), utilizaram oito dietas isoprotéicas (26% PB) com dois níveis de energia bruta (3900 ou 4500 kcal/kg) e quatro níveis de carboidratos (35, 40, 45 ou 50 %) com o objetivo de avaliar o desempenho dos peixes. Os autores encontraram o melhor desempenho e a maior taxa de eficiência protéica para as dietas contendo 45 % de carboidratos, demonstrando assim alta eficiência de utilização deste nutriente como fonte energética por este híbrido.

ABIMORAD & CARNEIRO (2007) realizaram experimentos de desempenho e digestibilidade com juvenis de pacu através do uso de 12 dietas contendo diferentes conteúdos de lipídio (4 ou 8 %), proteína (22 ou 25 %) e carboidratos (41, 46 ou 50 %). Os peixes alimentados com 50% de carboidratos e 25 % de proteína na dieta apresentaram os maiores valores para ganho em peso, taxa de crescimento específico e consumo de proteína bruta. O aumento de carboidratos na dieta proporcionou melhora na digestibilidade da energia, aumentando a concentração de energia digestível.

Estudando o efeito da relação carboidrato-lipídio no crescimento, composição corporal, utilização de nutrientes e atividade enzimática para a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), GAO et al. (2009) observaram máximo crescimento para níveis de carboidrato e lipídio de 274,7 e 58,7 g kg⁻¹ na dieta, respectivamente.

MOHANTA et al. (2009) avaliaram cinco dietas semipurificadas para juvenis de silver barb (*Puntius gonionotus*) contendo os seguintes níveis de carboidratos: 22, 26, 30, 34 ou 38 %. O grupo de peixes alimentados com 26 % de carboidratos na dieta apresentou os melhores resultados para ganho em peso, taxa de crescimento específico, digestibilidade da proteína e conversão alimentar. Os autores atribuíram estes melhores resultados de desempenho à alta digestibilidade e retenção de proteína e energia pelos peixes.

Com o objetivo de se estudar os efeitos dos níveis de amido e energia dietária para máximo consumo, crescimento e metabolismo em tilápia-do-nilo, TRAN-DUY et al. (2008) testaram quatro tipos de dietas: a primeira dieta apresentando baixa inclusão de amido (122 g.kg^{-1} de dieta) e sem celulose; a segunda dieta com alta inclusão de amido (363 g.kg^{-1} de dieta) e sem celulose; a terceira dieta com baixa inclusão de amido (101 g.kg^{-1} de dieta) e na presença de celulose (17,5 % de inclusão) e a última dieta com elevado teor de amido (300 g.kg^{-1}) e na presença de celulose (17,5 % de inclusão). Foi observado um aumento no conteúdo de gordura na carcaça dos peixes alimentados com dietas contendo baixa inclusão de amido (122 ou 101 g.kg^{-1} de dieta) e uma melhora significativa no consumo para os peixes que receberam dietas contendo celulose (17,5 % de inclusão).

TAN et al. (2009) formularam dietas isoprotéicas e isocalóricas para carpas coloridas (*Carassius auratus* var. *gibelio*) contendo cinco níveis de amido (24, 28, 32, 36 ou 40 %). Os peixes alimentados com dietas contendo 24 ou 28 % de amido apresentaram as maiores taxas de crescimento específico, taxa de consumo, eficiência alimentar e eficiência de retenção de proteína em relação aos grupos de peixes alimentados com níveis mais elevados de amido. Os autores notaram também que, conforme se aumentava o nível de amido na dieta, ocorria um decréscimo no conteúdo de gordura na carcaça.

De acordo com STONE et al. (2003), a digestibilidade dos carboidratos é influenciada pelos seus níveis de inclusão e complexidade nas dietas para o “silver perch” (*Bydianus bydianus*). Os autores estudaram a habilidade dos juvenis em digerir o amido do farelo de trigo utilizando-se dietas com dois níveis de inclusão (30 ou 60 %) e quatro graus de gelatinização (0, 25, 50 ou 80 %). Os coeficientes de digestibilidade aparente do amido e da energia foram afetados tanto pelos graus de gelatinização do amido do farelo de trigo ($80 > 50 > 25 > 0$ %) tanto quanto pelos seus níveis de inclusão na dieta ($30 > 60$ %).

ABIMORAD et al. (2007), avaliaram o crescimento e metabolismo de juvenis de pacu alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de proteína digestível (200 ou 230 g/kg de dieta), lipídios (40 ou 80 g/kg de dieta) e

carboidratos (410, 460 ou 500 g/kg de dieta). Os peixes alimentados com 230 g/kg de proteína digestível ou 80 g/kg de lipídio apresentaram os melhores valores produtivos de proteína e energia para as mais elevadas concentrações de carboidratos, demonstrando assim que o pacu utiliza eficientemente os carboidratos como fonte energética para crescimento, porém, essa eficiência depende de seu balanço com os demais nutrientes.

Estudos sobre a reversão sexual em peixes

O uso de populações monosexo na produção de peixes pode incluir uma ou mais das seguintes vantagens: alcançar alta taxa de crescimento, eliminação da reprodução, redução de comportamentos territorialistas e/ou sexuais, redução na variação do tamanho do lote no final da engorda e redução do risco de impacto ambiental devido ao escape de peixes exóticos (BEARDMORE et al., 2001).

A criação de tilápias para o mercado consumidor apresenta-se mais vantajosa quando praticada a partir de populações monosexo masculinas. Fêmeas de tilápia podem apresentar taxas de ganho em peso inferiores e piora na conversão alimentar em relação aos machos. Este fato, aliado à precocidade sexual, faz com que as fêmeas apresentem respostas menos eficientes em relação à sua produtividade (POPMA & LOVSHIN, 1994).

Diversas técnicas estão sendo utilizadas atualmente, com o objetivo de controlar-se a reprodução excessiva de peixes no ambiente de criação, como a manipulação do lote, através da visualização das papilas urogenitais e posterior separação de machos e fêmeas (DUNHAM, 1990), o policultivo com peixes predadores (LOVSHIN & da SILVA, 1975), a poliploidia (DIAS, 1994), o cultivo de machos híbridos, através do cruzamento entre machos de *Oreochromis hornorum* com fêmeas de *Oreochromis niloticus* (LEONHARDT, 1997) e a utilização da reversão sexual, através do uso de esteróides sexuais (APELL & LEBOUTE, 1995).

Muitos experimentos já realizados utilizam andrógenos, estrógenos ou precursores de esteróides, administrados por imersão ou nas dietas, em diferentes estágios de desenvolvimento gonadal, através de variadas dosagens e durações,

permitindo um melhor esclarecimento sobre os períodos críticos de sensibilidade do produto para determinação sexual. Mais de 50 espécies de peixes foram investigadas em estudos de reversão sexual com esteróides (DEVLIN & NAGAHAMA, 2002).

A masculinização, através de tratamentos hormonais, é realizada em grande número de espécies de peixes. Os hormônios foram mais eficientes para os ciclídeos, devido à sua diferenciação precoce (PHELPS & POPMA, 2000). O andrógeno mais comumente utilizado em estudos de reversão sexual é o 17- α -metiltestosterona, sendo muito efetivo em cerca de 25 espécies (DEVLIN & NAGAHAMA, 2002). O metiltestosterona é classificado como um esteróide sintético biologicamente exógeno, resistente às biotransformações e menos prontamente metabolizado no fígado, explicando assim, sua grande atividade quando administrado oralmente e favorecendo seu acúmulo na musculatura, fígado e rins (Nascimento, 1997, citados por DUARTE et al., 2002). Os piscicultores tem notado deformidades no fígado da tilápia tratada com hormônio para reversão sexual, como o aspecto gorduroso e friável, sendo ligadas a alta mortalidade do peixe próximo ao abate (GAYÃO, 2009).

LUNDSTEDT (1999) avaliou o efeito da reversão sexual e de fontes protéicas no desempenho produtivo e morfologia do trato digestório em tilápias-do-nilo. Foram avaliados juvenis de tilápias revertidos ou não revertidos sexualmente e alimentados com dietas contendo proteína de origem animal ou proteína de origem vegetal. Maior porcentagem de ganho em peso e maior taxa de eficiência protéica da dieta foram encontradas para os peixes submetidos à reversão sexual, afirmando que o hormônio pode ter proporcionado um efeito anabólico, e que a presença da proteína de origem animal para ambos os juvenis, revertidos ou não, apresentaram piores resultados em relação às fontes protéicas de origem vegetal. Quanto à morfologia e coloração do fígado, estômago, intestino, vesícula biliar e rins, não foram encontradas diferenças em relação a todos os tratamentos considerados.

Segundo DESPREZ et al (2003), o uso destes andrógenos sintéticos é proibido em alguns países europeus devido ao impacto que podem causar ao

meio ambiente por deixarem resíduos. Como desvantagens da técnica de reversão sexual, PANDIAM & SHEELA (1995) afirmaram que os esteróides administrados são carcinogênicos e podem afetar os consumidores; a indução hormonal pode se tornar um processo estressante e os hormônios administrados são metabolizados e liberados dentro de poucas horas ou dias nas águas de cultivo, sendo a reversão sexual uma técnica capaz de poluir o ambiente. Com o objetivo de diminuir o uso do hormônio sintético nas dietas e visando diminuir os problemas citados anteriormente, DESPREZ et al. (2003) testaram a eficiência da masculinização da tilápia vermelha da Flórida através do uso de diferentes dosagens do andrógeno natural 11- β -hydroxyandrostenedione e encontraram uma taxa de reversão sexual próxima a 100% utilizando-se 50 mg do hormônio na dieta.

GAYÃO (2009) realizou dois estudos com o objetivo de analisar histologicamente o fígado de tilápias. No primeiro estudo comparou alevinos de tilápia-do-nilo revertidos ou não sexualmente, alimentados com níveis crescentes de proteína na dieta (32, 36, 40 ou 44 %). No segundo estudo foram comparadas as mesmas variáveis em juvenis de tilápia produzidas em tanques-rede, mas alimentadas com dois níveis de proteína na dieta (28 ou 32 %). A reversão sexual e/ou alto nível de proteína bruta na dieta levaram a alterações no tecido hepático dos alevinos no primeiro estudo, sendo estas alterações mais severas com os dois fatores combinados. Para o segundo estudo, quando se analisou macroscopicamente o fígado dos juvenis de tilápia submetidos ao tratamento com o hormônio sexual, foram observadas manchas esbranquiçadas e aspecto friável do órgão em comparação ao fígado das tilápias que não receberam o hormônio, deixando em evidência que o uso do esteróide 17- α -metiltestosterona pode ter causado alterações no metabolismo dos peixes.

Com relação à taxa de sobrevivência, SILVA (2004) não encontrou diferenças significativas entre os peixes tratados ou não com o hormônio masculinizante. Porém PANDIAN & SHEELA (1995), encontraram baixa taxa de sobrevivência das tilápias que receberam esse hormônio. BEHRENDTS & SMITHERMAN (1984) verificaram que as tilápias do tratamento controle (sem

hormônio) apresentaram maior crescimento e ganho em peso em relação aos tratamentos com o esteróide.

LEONHARDT & URBINATI (1999) realizaram um estudo comparativo do crescimento entre machos de tilápia-do-nilo sexados e revertidos sexualmente, durante a fase de engorda, em sistema de tanques-rede instalados em viveiros de terra. Os autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas no desempenho. Relataram que as médias de ganho em peso e comprimento para as tilápias revertidas e os valores do fator de condição sugeriram um estado de bem estar ou estado fisiológico similar para as populações de tilápia revertidas sexualmente e as sexadas.

Em alguns peixes como o linguado ou “halibut” do Atlântico (*Hypoglossus hypoglossus* L.), as fêmeas crescem mais rapidamente e possuem maturidade sexual mais tardia que os machos. Assim, pode-se tornar vantajosa a realização da reversão sexual com esteróides feminilizantes, como o 17- β -estradiol (BJORNSSON, 1994). HENDRY et al. (2003) realizaram um estudo com esta espécie de peixe para desenvolver métodos para a produção de populações monosexo através do uso de esteróides sexuais. Os autores analisaram o uso do hormônio masculinizante 17- α -metildihidrotestosterona, o hormônio feminilizante 17- β -estradiol, e também sem o uso de qualquer tipo de hormônio (grupo controle), avaliando o crescimento dos peixes. A população que recebeu o hormônio feminilizante na dieta alcançou uma produtividade de fêmeas entre 70 e 74 %. Por outro lado, essa população obteve um crescimento menor em relação ao grupo tratado com o hormônio masculinizante e o grupo controle.

Associado com problemas reprodutivos e o fato dos machos de tilápia apresentarem taxa de crescimento superior às fêmeas (KUBITZA, 2000), a produção de tilápias com lotes misturados de machos e fêmeas é praticamente nula, o que leva os produtores a utilizar hormônios para a reversão sexual. Alguns pesquisadores asiáticos estudam a possibilidade de não se praticar a reversão sexual, utilizando os lotes misturados nas produções de tilápias em tanques-rede ou em gaiolas flutuantes em tanques escavados. KUBITZA (2009) afirma que o impacto da presença de fêmeas, na criação em tanques-rede, por exemplo, é

parcialmente minimizado pelas altas densidades na engorda e pela falta de um substrato adequado, que inibem e dificultam a reprodução. KAMARUZZAMAN et al. (2009), em pesquisa conduzida na Malásia, estudaram o desempenho de três grupos de tilápias da linhagem GIFT: populações de machos e fêmeas misturados (grupo controle), populações de tilápias tratadas sexualmente com hormônio masculinizante e populações de tilápias machos de progênie YY (super macho). Não houve diferença estatística para peso e comprimento entre os tratamentos. O cultivo monosexo, tanto pelo tratamento com o hormônio quanto pelo uso de populações de progênie YY, não se mostrou vantajoso sobre o cultivo de populações de machos e fêmeas misturados (grupo controle) para a linhagem GIFT, sob condições de criação em gaiolas flutuantes em tanques escavados.

Segundo GOUDIE et al. (1986) e CURTIS et al. (1991), os principais órgãos responsáveis pela eliminação dos metabólitos do hormônio metiltestosterona são o fígado e os rins. Existem muitos estudos que relataram danos, principalmente no fígado, de animais alimentados com dietas contendo metiltestosterona ou outros esteróides. GANNAM & LOVELL (1991), ao analisarem o fígado e rins do bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*) alimentados com dietas contendo o hormônio metiltestosterona, encontraram alterações nos hepatócitos. Testando os níveis de 1 a 10 mg/kg de metiltestosterona em grupos da mesma espécie, SIMONE (1990) encontrou índices hepato-somáticos significativamente maiores para os níveis de 1 e 5 mg/kg do hormônio em relação ao grupo controle, que não recebeu o metiltestosterona na dieta. Outros resultados como a diminuição do crescimento dos juvenis alimentados com doses de 5 e 10 mg/kg do hormônio e aumento no tamanho do fígado, rins e órgãos sexuais também foram encontrados no estudo. Afirmou também que o hormônio poderia estar inibindo a síntese protéica e/ou elevando o catabolismo protéico na carcaça, (causando o decréscimo no crescimento) e elevando a síntese protéica no fígado, rins e órgãos sexuais, ocasionando o aumento no tamanho destes órgãos.

Os pesquisadores, consumidores e órgãos ambientais vem se preocupando com o risco que a utilização hormonal na tilapicultura pode trazer à saúde humana, à saúde do peixe e ao ambiente aquático. Pesquisas em nutrição,

genética e manejo ainda devem ser realizadas, objetivando a busca de alternativas que possibilitem a eliminação dessa técnica no cultivo de tilápia (GAYÃO, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos produtivos, econômicos e de composição corporal de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), variedade GIFT, revertidos ou não revertidos sexualmente, provenientes de recria utilizando-se dois tipos de alimentos (alimento natural, através de fertilização orgânica com esterco suíno ou dieta extrusada comercial) e alimentados com dietas extrusadas contendo três teores de extrativo não nitrogenado.

REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G. **Relações entre níveis de proteína e energia digestíveis em dietas com diferentes proporções de lipídios e carboidratos para o crescimento do pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles – fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 1 – 9, 2007.

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E. C. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 36 – 44, 2007.

APPEL, H. B., LEBOUTE, E. M. Masculinização de pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando andrógenos através de tratamento de imersão. In: Encontro Riograndense de técnicos em aquicultura, 3., 1995, Ibirubá., **Anais...** Ibirubá: Encontro Riograndense de técnicos em aquicultura, 1995. p. 113-119.

BEARDMORE, J. A.; MAIR, G. C.; LEWIS, R. I. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems and prospects. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, n. 1 – 4, p. 283 – 301, 2001.

BEHRENDTS, L. L.; SMITHERMAN, R. O. Development of cold tolerance population of red tilapia through introgressive hybridization, **Journal World Mariculture Society**, Louisiana, v. 15, n. 1, p. 172–178, 1984.

BJORNSSON, B. Effects of stocking density on growth rate of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared in large circular tanks for three years. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 123, p. 259– 270, 1994.

CAMARGO, S. G. O.; POUEY, J. L. O. F. Aquicultura, um mercado em expansão. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393 – 396, 2005.

CAMARGO, A. L. S. Nutrição de organismos aquáticos dentro do conceito de cadeia produtiva do aquanegócio brasileiro. In: 3º Simpósio Internacional de nutrição e saúde de peixes, 2009, Botucatu, **Anais...** Botucatu: 3º Simpósio Internacional de nutrição e saúde de peixes, 2009. p. 151 – 158.

CARNEIRO, D. J.; FRAGNITO, P. S.; MALHEIROS, E. B. Influence of carbohydrate and energy level on growth and body composition of tambacu, a hybrid of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*), **Aquaculture**, Amsterdam, v. 124, n. 1 – 4, p. 129 – 130, 1994.

CASTILLO CAMPO, L. F. **Tilápia Roja 2006**: una evolución de 25 años, de la incertidumbre al éxito, 2006. 124p.

CURTIS, L. R.; DIREN, F. T.; HURLEY, M. D.; SEIM, W. K.; TUBB, R. A. Disposition and elimination of 17- α -methyltestosterone in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 99, n. 1 – 2, p. 193 – 201, 1991.

DAN, N. C.; LITTLE, D. C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 184, n. 3, p. 221 – 231, 2000.

DESPREZ, D.; GE´RAZ, E.; HOAREAU, M. C.; ME´LARD, C.; BOSC, P.; BAROILLER, J. F. Production of a high percentage of male offspring with a natural androgen, 11h-hydroxyandrostenedione (11hOHA4), in Florida red tilapia. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 216, n. 1 – 4, p. 55 – 65, 2003.

DEVLIN, R. H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 208, n. 3 – 4, p. 191 – 364, 2002.

DIAS, M. Análisis de viabilidad y crecimiento hasta el levante de triploides y diploides de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). **Boletim Científico INPA**, Manaus, p. 33-45, 1994.

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**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 731 – 737, 2002.

DUNHAM, R. A. Production and use of monosex or sterile fishes in aquaculture. **Reviews in Aquatic Sciences**, Boca Raton, v. 2, n. 1, p. 1 -17, 1990.

ENES, P.; PANSERAT, S.; KAUSHIK, S.; OLIVA-TELES, A. Nutritional regulation of hepatic glucose metabolism in fish. **Fish Physiology and Biochemistry**, Utrecht, v. 35, p. 519 – 539, 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations World review of fisheries and aquaculture, Rome, 84p., 2009. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5600e/y5600e01.pdf> . Acesso em: dez. 2009.

FILHO, J. T. S. Uma revisão sobre o papel do carboidrato e da proteína no metabolismo de peixes com hábitos alimentar carnívoro e onívoro. **Augustus**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 32 – 51, 2004.

FURUICHI, M.; YONE, Y. Changes in activities of hepatic enzymes related to carbohydrate metabolism of fishes in glucose and insulin-glucose tolerance tests. **Bulletin of Japanese Society Fisheries**, Tokyo, v. 48, p. 463 – 466, 1982.

FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R; HAYASHI, C.; FURLAN, A. C.; NEVES, P. R.; BOTARO, D.; SANTOS, V. G. Substituição do milho pela silagem de sorgo com alto e baixo teor de tanino em dietas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 243-247, 2003.

GANNAM, A. L., LOVELL, R. T. Effects of feeding 17-alpha-methyltestosterone, 11- ketotestosterone, 17-beta-estradiol and 3,5,3-triiodothyronine to channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 92, n. 1, p. 377 – 388, 1991.

GAO, W.; LIU, Y. –J.; TIAN, L. –X.; MAI, K. –S.; LIANG, G. –Y.; YANG, H. –J.; HUAI, M. –Y.; LUO, W. –J. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 1 – 7, 2009.

GAYÃO, A. L. B. A. **Nutrição e reversão sexual de tilápia do Nilo: parâmetros produtivos e estruturas do fígado**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GOUDIE, C. A.; SHELTON, W. L.; PARKER, N. C. Tissue distribution and elimination of radiolabelled methyltestosterone fed to adult Blue tilapia. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 58, n. 3 – 4, p. 227 – 240, 1986.

GUPTA, M. V.; ACOSTA, B. O. From drawing board to dining table: the success story of the GIFT project. **WorldFish Center Quarterly**, Naga, v. 27, n. 3 - 4, p. 4-14, 2004.

HEMPEL, E. Tilapia, the new whitefish. **Seafood International**, London, v. 17, n. 10, p. 16 – 20, 2002.

HENDRY, C. I.; MARTIN-ROBICHAUD, BENFEY, T. J. Hormonal sex reversal of Atlantic halibut (*Hypoglossus hypoglossus* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 219, n. 1 – 4, p. 769 – 781, 2003.

HILTON, J. W.; PLISETSKAYA, E. M.; LEATHERLAND, J. F. Does oral 3,5,3-triiodo-L-thyronine affect dietary glucose utilization and plasma insulin levels in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Fish Physiology and Biochemistry**, Utrecht, v. 4, p. 113 – 120, 1987.

HONORATO, C. A.; ALMEIDA, L. C.; NUNES, C. S.; CARNEIRO, D. J.; MORAES, G. Effects of processing on physical characteristics of diets with distinct levels of carbohydrates and lipids: the outcomes on the growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 1 – 9, 2009.

KAMARUZZAMAN, N.; NGUYEN, N. H.; HAMZAH, A.; PONZONI, R. W. Growth performance of mixed sex, hormonally sex reversed and progeny of YY male tilapia of the GIFT strain, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 6, p. 720 – 728, 2009.

KUBITZA, F. **Tilápia – tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Divisão de Biblioteca e Documentação. 2000. 285 p.

KUBITZA, F. Alevinos de tilápia: tudo o que você precisa saber. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 97, p. 14 – 23. 2006.

KUBITZA, F. Tilápias: produção em tanques de terra. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 115, p. 14 – 21, 2009.

LEONHARDT, J. H. **Efeito da reversão sexual em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus***. 1997. 141 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

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

LOVSHIN, L.; DA SILVA, A. B. Culture of monosex and hibrid tilapias. In: Symposium on aquaculture on Africa, Accra, FAO, CIFA, **Anais.....** Symposium on aquaculture on Africa, 1975.

LUNDSTEDT, L. M. **Efeito da reversão sexual e de fontes protéicas no desempenho produtivo, digestibilidade aparente e morfologia do trato digestório da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

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

MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J.; SAHU, N. P.; PATRO, B. Carbohydrate level in the diet of silver barb, *Puntius gonionotus* (Bleeker) fingerlings: effect on growth, nutrient utilization and whole body composition. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 927 – 937, 2009.

MUÑOZ-RAMIREZ, A. P. **Utilização de carboidratos digestíveis em dietas para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 2005. 138 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

PANDIAN, T. J.; SHEELA, S. G. Hormonal induction of sex reversal in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 138, n. 1 – 4, p. 1 – 22, 1995.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce intensiva**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2004. p. 5 – 169.

PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Sex reversal of tilapia. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J.E. **Tilapia aquaculture in the Americas**. World Aquaculture Society, Louisiana, v. 2, p. 34 – 59, 2000.

POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. L. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia**. Auburn: Auburn University, Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Department of Fisheries and Allied Aquacultures. 1994, 40p.

POPMA, T.; MASSER, M. **Tilapia: life history and biology**. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). United States Department of Agriculture. 1999. n. 283.

SANTOS, V. B.; FREATO, T. A.; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V. R. Crescimento relativo e coeficientes alométricos de componentes do corpo de linhagens de tilápias do Nilo. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 4, p. 357 – 364, 2006.

SHIAU, S. Y.; CHEN, S. Y. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) as influenced by different chromium sources. **The Journal of Nutrition**, v. 123, p. 1747 – 1753, 1993.

SHIAU, S. Y.; LIN, S. F. Effect of supplemental dietary chromium and vanadium on the utilization of different carbohydrates in tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. Aureus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 110, n. 3 – 4, p. 321 – 330, 1993.

SHIMENO, S.; TAKEDA, M.; TAKAYAMA, S.; FUKUI, A.; SASAKI, H.; KAJIYAMA, H. Adaptation of hepato-pancreatic enzymes to dietary carbohydrate in carp. **Bulletin of Japanese Society Fisheries.**, Tokyo, v. 47, p. 71 – 78, 1981.

SILVA, C. A. H. **Utilização de dietas microencapsuladas para reversão sexual de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, p. 817 – 836, 2009.

SIMONE, D. A. The effects of the synthetic steroid 17- α -metylttestosterone on the growth and organ morphology of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 84, n. 1, p. 81 – 93, 1990.

SOLER-JARAMILLO, M. P. Sistema digestivo de los peces, camarones y su fisiologia. In: SOLER-JARAMILLO, M. P.; RODRIGUEZ-GÓMEZ, H.; DAZA, P. V. **Fundamentos en nutrición y alimentación en acuicultura**, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1996. Santa Fé de Bogotá, p. 23 – 52.

STONE, D. A. J.; ALLAN, G. L.; ANDERSON, A. J. Carbohydrate utilization by juvenile silver perch, *Bydianus bydianus* (Mitchell). II. Digestibility and utilization of starch and its breakdown products. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 34, n. 2, p. 109 – 121, 2003.

TAN, Q.; FEN, W.; XIE, S.; ZHU, X.; LEI, W.; SHEN, J. Effect of high dietary starch levels on the growth performance, blood chemistry and body composition of gibel carp (*Carassius auratus* var. gibelio). **Aquaculture research**, Oxford, v. 40, n. 10, p. 1011 – 1018, 2009.

TRAN-DUY, A.; SMIT, B.; DAM, A. A.; SCHRAMA, J. W. Effects of dietary starch and energy levels on maximum feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 277, n. 3 – 4, p. 213 – 219, 2008.

WILSON, R. P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 124, n. 1 – 4, p. 67 – 80, 1994.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. **Aquicultura: experiências brasileiras**. 2004. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 309-316.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce intensiva**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2004. p. 239-266.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO REVERTIDOS OU NÃO SEXUALMENTE E ALIMENTADOS COM TRÊS TEORES DE CARBOIDRATOS

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de dietas práticas com três teores de extrativo não nitrogenado em juvenis de tilápia-do-nilo (variedade GIFT), revertidos ou não sexualmente e que receberam dois tipos de alimentos durante a fase de recria em viveiros. Foram avaliados 12 tratamentos em esquema fatorial 2 x 2 x 3, correspondentes a juvenis que passaram ou não pelo processo de reversão sexual, receberam dois tipos de alimentos durante a recria em viveiros (alimento natural através da fertilização orgânica com esterco suíno ou dieta extrusada comercial) e três teores de extrativo não nitrogenado (34, 38 ou 42 %) na dieta, com três repetições. O consumo diário de dieta foi significativamente maior para os juvenis que receberam o alimento natural (fertilização com esterco suíno). No entanto, os juvenis alimentados com dieta extrusada comercial durante a fase de recria apresentaram maior eficiência de retenção de proteína bruta. A inclusão de 42 % de ENN na dieta resultou em valores médios estatisticamente maiores para as variáveis de ganho em peso e consumo diário de dieta, em relação ao nível de 38 %. A média de conversão alimentar aparente foi melhor para os juvenis de tilápia alimentados com 42 % de ENN na dieta em relação ao teor de 34 %. Juvenis alimentados com dietas contendo os teores de 38 ou 42 % de ENN apresentaram taxas de eficiência protéica significativamente maiores do que os alimentados com 34 %. O teor de 42 % de ENN melhorou o crescimento dos peixes, porém levou a um aumento no índice hepato-somático. O acúmulo de gordura no fígado, bem como uma observação mais detalhada sobre os danos causados nos hepatócitos dos juvenis utilizados neste trabalho necessitam ser mais bem estudados, através da análise histológica do fígado destes peixes.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, crescimento, extrativo não nitrogenado, reversão sexual

Introdução

As tilápias aceitam facilmente ingredientes vegetais ricos em carboidratos, como o milho, o farelo de trigo, a quirera de arroz, o sorgo, entre outros, devido ao seu hábito alimentar onívoro. Estes ingredientes são adicionados em grandes quantidades nas dietas comerciais, por apresentarem custos relativamente baixos, o que facilita a sua inclusão para atender as exigências dos peixes, embora os lipídios sejam reconhecidos como a principal fonte de energia não protéica (ABIMORAD, 2004).

Existem muitos trabalhos que relacionam os elevados níveis de carboidratos na dieta a uma diminuição no ganho em peso (SHIMENO et al., 1981 e TAN et al., 2009, em carpas; HONORATO et al., 2009, em pacu) e ao acúmulo de gordura no fígado dos peixes (LIN et al., 1977, em salmão; TAN et al., 2009, em carpas). Este acúmulo de gordura (esteatose ou lipidose hepática) pode ser causado pelos altos teores de carboidratos usados nas dietas comerciais, e também pelo uso de hormônios durante a reversão sexual, como constatado no trabalho de GAYÃO (2009). Esses fatores podem comprometer a saúde dos peixes, principalmente no final do período de engorda. Além dos sérios danos causados à saúde dos peixes, o uso de hormônios para a reversão sexual está gerando muita preocupação entre os consumidores, pois o consumo crônico de esteróides sintéticos pode também produzir efeitos adversos à saúde humana, incluindo disfunção hepática e adenocarcinoma (Murad & Haynes, 1985, citados por CURTIS et al., 1991). De acordo com o *Comitê Mixto do Codex Alimentarius / FAO / WHO*, a ingestão de alimentos com hormônios pelos humanos pode levar ao aparecimento de distúrbios endócrinos, como indução de puberdade precoce em crianças, avanços na idade óssea com repercussões negativas no crescimento, modificação dos caracteres sexuais, bem como cânceres, principalmente no fígado e pâncreas (CARDOSO et al., 1999). Além disso, o uso de andrógenos sintéticos é proibido em alguns países europeus devido aos resíduos gerados, que podem causar impacto ao meio ambiente (DESPREZ et al., 2003).

Estudos que avaliem o crescimento de tilápias que passaram ou não pelo processo de reversão sexual são muito importantes, já que o uso dos hormônios masculinizantes poderia ser evitado, caso os peixes revertidos crescessem de maneira similar aos peixes não revertidos sexualmente. Isso implicaria na redução dos custos de produção, baixo impacto ambiental e menor risco para a saúde humana.

A exigência por produtos de melhor qualidade é cada vez maior por parte dos consumidores. Produzir um alimento sem qualquer resíduo de hormônios como os utilizados na reversão sexual de tilápias e, além disso, conseguir cultivar um peixe capaz de utilizar adequadamente os carboidratos de uma dieta sem deficiências nem excessos, pode significar uma maior aceitação no mercado, garantindo ao consumidor a compra de um produto mais saudável e seguro ao meio ambiente.

Este tipo de trabalho é muito importante para o desenvolvimento e aprimoramento do cultivo da tilápia, especialmente na área da nutrição e alimentação desta espécie. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento de juvenis de tilápia-do-nilo revertidos ou não sexualmente, originados de um experimento prévio de recria, em que receberam dois tipos de alimentos (natural, através da fertilização orgânica com esterco suíno ou consumindo dieta extrusada comercial) e que foram alimentados, no presente estudo, com uma dieta balanceada contendo três teores de extrativo não nitrogenado (34, 38 ou 42 %).

Material e métodos

Material biológico

Juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, foram procedentes do Laboratório de Tilapicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, CAUNESP. Anteriormente ao presente experimento, os juvenis de tilápia-do-nilo revertidos ou não sexualmente e com pesos médios de $3,25 \pm 5,41$ g e $4,34 \pm 5,97$ g, respectivamente, passaram por um experimento prévio de recria, durante 133

dias, em 12 viveiros de alvenaria com fundo de terra (volume aproximado de 38 m³) em uma densidade de 10 peixes / m³ e receberam dois tipos de alimentos: natural (através da fertilização orgânica com esterco suíno) ou com dieta extrusada comercial (32 % PB). Os peixes que receberam o tratamento com a dieta extrusada comercial foram alimentados quatro vezes ao dia, baseando-se na biomassa total (6 %). Nos tratamentos com fertilização orgânica por esterco suíno, aplicou-se quinzenalmente 40 g / m³ de esterco suíno seco em cada viveiro.

O presente estudo foi realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura (CAUNESP), Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), Jaboticabal, São Paulo, Brasil, no período de janeiro a maio de 2009, com duração de 123 dias.

Instalações e condições experimentais

Para o presente estudo foram utilizados 432 juvenis de *O. niloticus* com peso médio inicial de $23,3 \pm 3,3$ g e comprimento total de $11,2 \pm 0,6$ cm. Os peixes foram estocados em 36 tanques de fibra de vidro de coloração azul claro, retangulares, com volume útil de 430 L, em uma densidade inicial de 12 peixes / tanque. Os tanques eram abastecidos continuamente por água proveniente de poço artesiano, com taxa de renovação de aproximadamente 3,5 vezes ao dia e dotados de aeração contínua. O fotoperíodo durante todo o ensaio foi de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

Durante o experimento foram avaliadas quinzenalmente as seguintes variáveis físicas e químicas da água: temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), usando um oxímetro digital YSI (*Yellow Spring Instruments*), modelo 550A, e pH, através do uso de um peagômetro de bolso, marca pH-TEK, modelo pH 100. Foram coletadas amostras de água de cada tanque no início e no final do experimento, para a determinação da amônia total (NH₃-N), através da metodologia utilizada por KOROLEFF (1976). Semanalmente foi realizada a sifonagem dos tanques experimentais para retirada dos resíduos de alimento e fezes, e a lavagem das pedras porosas, evitando-se entupimento e queda na oxigenação da água.

Após distribuição dos peixes nos 36 tanques experimentais, iniciou-se o fornecimento das dietas à vontade. A quantidade de dieta ministrada em cada parcela foi calculada semanalmente, através da pesagem dos potes de ração antes e após o consumo. Durante cada alimentação, o registro de água, responsável pelo abastecimento dos tanques, era desligado para melhor observação do consumo das dietas pelos peixes.

Dietas experimentais

As análises dos ingredientes e das dietas foram realizadas na UNESP, Centro de Aquicultura (CAUNESP), Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos e no Laboratório de Nutrição Animal (LANA). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas (~ 30% PB), de forma a apresentar três teores de extrativo não nitrogenado.

Os ingredientes das dietas foram finamente moídos e misturados, sendo acrescidos de água fria, de modo a formar uma massa consistente apropriada para ser extrusada. As três dietas foram processadas em extrusora marca *Extrutech*, modelo *Ex Micro*, e secas em estufa com circulação de ar a 55 °C, durante 24 horas. Após secas e, para uma melhor conservação do produto, foram colocadas em sacos plásticos etiquetados e armazenadas em freezer. Na Tabela 1 encontram-se a formulação e composição bromatológica das dietas experimentais.

Tabela 1. Fórmulas e Composição percentual das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Dietas		
	34 % ENN	38 % ENN	42 % ENN
Farinha de peixe	16,00	16,00	16,00
Farinha de vísceras de aves	14,00	14,00	14,00
Farelo de soja	16,00	16,00	16,00
Concentrado protéico de soja	10,00	8,50	7,50
Milho	11,00	12,50	16,00
Amido de milho	1,00	6,10	9,00
Farelo de trigo	13,00	13,00	13,00
Quirera de arroz	4,00	4,00	4,00
Óleo de soja	2,87	1,50	0,00
Celulose ⁽¹⁾	6,30	3,70	1,50
Suplemento vitamínico e mineral ⁽²⁾	0,60	0,60	0,60
Fosfato bicálcico	1,00	1,00	1,00
Vitamina C	0,03	0,03	0,03
Antioxidante	0,50	0,50	0,50
Caulim	3,70	2,57	0,87
Total	100,00	100,00	100,00
Composição bromatológica ⁽³⁾			
Matéria seca (%)	93,5	90,6	91,3
Proteína bruta (%)	30,6	29,5	29,4
Extrato etéreo (%)	7,7	6,3	5,1
Matéria mineral (%)	13,7	13,1	12,3
Fibra bruta (%)	7,2	3,8	2,9
Extrato não nitrogenado ⁽⁴⁾ (%)	34,3	37,9	41,6
Energia bruta (kcal / kg)	4318,6	4207,3	4166,4

(1) RHOSTER Indústria e comércio Ltda. Vargem Grande Paulista, SP, Brasil. (2) Níveis de garantia por kg do produto: vit. A 860.000 UI; vitamina D3 240.000 UI; vitamina E 10.500 UI; vitamina K3 1400 mg; vitamina B1 2100 mg; vitamina B2 2150 mg; vitamina B6 2100 mg; vitamina B12 2200 mcg; Niacina 10.000mg; Pantotenato de cálcio 5600 mg; Acido fólico 580 mg; Biotina 17mg; vitamina C 18000 mg; metionina 100.000 mg; colina 60.000 mg; cobre 1800 mg; manganês 5000 mg; zinco 8000 mg; iodo 90 mg; cobalto 55 mg; selênio 30 mg; antioxidante 10000 mg. (3) Composição analisada das dietas. (4) ENN = MS – (PB + EE + MM + FB).

Parâmetros de desempenho produtivo avaliados

Para analisar os parâmetros de desempenho, seis peixes de cada tanque foram coletados a cada mês para a realização de biometria, avaliando-se o peso em balança Filizola, modelo MF-3/1. O comprimento total dos juvenis foi mensurado somente no início e final do experimento. O desempenho produtivo foi analisado através da taxa de sobrevivência, ganho em peso médio, conversão alimentar aparente, consumo diário de dieta por peixe, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência protéica, de acordo com as fórmulas:

- sobrevivência (%) = $(n^{\circ} \text{ inicial peixes} - n^{\circ} \text{ final peixes} / n^{\circ} \text{ inicial peixes}) \times 100$;
- ganho em peso médio (g) = peso médio final – peso médio inicial;
- conversão alimentar aparente = consumo de alimento / ganho em peso;
- consumo diário de dieta por peixe (g) = consumo de dieta por peixe / tempo (dias);
- taxa de crescimento específico (% / dia) = $[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \times 100 / \text{tempo}]$;
- taxa de eficiência protéica = ganho em peso médio / proteína bruta consumida.

Determinação da composição corporal

Antes do início do período experimental, foram coletados 15 peixes de cada tratamento provenientes do pré-experimento de recria em viveiros para determinação da composição corporal. No final do período experimental do presente estudo coletaram-se seis peixes de cada parcela, totalizando 18 peixes por tratamento. Os juvenis, que estavam em jejum por 24 horas, foram sacrificados em gelo e posteriormente colocados em freezer para análise bromatológica, de acordo com a metodologia da A.O.A.C. (2000).

Os peixes coletados foram moídos e homogeneizados em moedor de carne C.A.F, modelo 22S, para a determinação das seguintes análises:

- 1ª Matéria seca, realizada em estufa de secagem e esterilização, modelo 320SE, com circulação de ar, a uma temperatura de 55 °C, durante 24 horas;
- 2ª Matéria seca, realizada em estufa de secagem e esterilização, modelo NT513, a uma temperatura de 105 °C, durante 16 horas;
- Proteína, utilizando o método de Kjeldahl, através do conteúdo de nitrogênio total, sendo o valor multiplicado pelo fator 6,25;
- Gordura, utilizando éter de petróleo (pe 30 – 60 °C) como solvente, através do método de Soxhlet, durante 6 horas;
- Cinzas, submetendo à queima das amostras em mufla, a 550 °C, durante 3 horas.
- Energia bruta, submetendo à queima das amostras em bomba calorimétrica de Parr.

Parâmetros de eficiência nutricional

Os dados de composição corporal e de desempenho foram utilizados nos cálculos de eficiência de retenção de proteína bruta e energia bruta, e proporção de proteína bruta e extrato etéreo no ganho em peso.

- Eficiência de retenção de proteína bruta (%) = $\frac{(PB_f \times P_f) - (PB_i \times P_i)}{C_{PB_i}} \times 100$;
- Eficiência de retenção de energia bruta (%) = $\frac{(EB_f \times P_f) - (EB_i \times P_i)}{C_{EB_i}} \times 100$;
- Proporção de proteína bruta no ganho em peso (%) = $\frac{(PB_f \times P_f) - (PB_i \times P_i)}{P_f - P_i} \times 100$;
- Proporção de extrato etéreo no ganho em peso (%) = $\frac{(EE_f \times P_f) - (EE_i \times P_i)}{P_f - P_i} \times 100$.

Onde:

PB_f, EB_f e EE_f : proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo final na carcaça

PB_i, EB_i e EE_i: proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo inicial na carcaça

C_{PB}: consumo de proteína bruta

C_{EB}: consumo de energia bruta

P_i, e P_f : peso médio inicial e final da parcela

Foram avaliados também os pesos do fígado e da gordura visceral para os cálculos dos índices morfo-somáticos, como o índice hepato-somático (IHS) e o índice gordura víscero-somático (IGVS).

$$\text{- Índice hepato-somático (\%)} = (P_{\text{fígado}} / P_t \text{ peixe}) \times 100$$

$$\text{- Índice gordura víscero-somático (\%)} = (P_{\text{gv}} / P_t \text{ peixe}) \times 100$$

Onde:

P_{fígado}: peso do fígado

P_{gv}: peso da gordura visceral

P_t: peso total do peixe

Delineamento experimental e análise dos dados

O experimento foi realizado em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 2 x 3. O primeiro fator correspondia aos juvenis de tilápia que passaram ou não pela reversão sexual, o segundo fator, aos dois tipos de alimentos utilizados durante o experimento anterior de recria (alimento natural, através da fertilização orgânica com esterco suíno ou dieta extrusada comercial), e o terceiro correspondia aos três teores de extrativo não nitrogenado na dieta (34, 38 ou 42 %), com três repetições cada, como pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos utilizados para avaliar o desempenho produtivo dos juvenis de tilápia-do-nilo.

Juvenis de tilápia	Alimentação na recria	Teores de ENN (%)	Tratamentos
Revertidos sexualmente	Dieta extrusada comercial	34	RV – D – 34
		38	RV – D – 38
		42	RV – D – 42
	Alimento natural (fertilização orgânica com esterco suíno)	34	RV – E – 34
		38	RV – E – 38
		42	RV – E – 42
Não revertidos sexualmente	Dieta extrusada comercial	34	NRV – D – 34
		38	NRV – D – 38
		42	NRV – D – 42
	Alimento natural (fertilização orgânica com esterco suíno)	34	NRV – E – 34
		38	NRV – E – 38
		42	NRV – E – 42

A normalidade dos dados e a homogeneidade da variância foram testadas antes da aplicação da Análise de Variância (ANOVA). Quando encontradas diferenças estatísticas entre as variáveis analisadas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de significância. Os dados foram analisados pelo programa SAS (*Statistical Analyses System*), versão 9.0.

Sexagem dos peixes

No final do período experimental, todos os juvenis de tilápia presentes nos tanques experimentais foram coletados para determinar a proporção de machos nos lotes de peixes revertidos ou não sexualmente. A determinação do sexo foi realizada através da visualização das papilas urogenitais dos peixes.

Resultados

Variáveis físico-químicas da água

Os valores médios para temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água dos tanques experimentais foram de: $26,3 \pm 1,94$ °C; $5,10 \pm 0,70$ mg.L⁻¹; $7,70 \pm 0,21$, respectivamente. Os valores encontrados para amônia total, no início e final do experimento foram de $0,08 \pm 0,02$ mg.L⁻¹ e $0,15 \pm 0,06$ mg.L⁻¹, respectivamente, evidenciando um aumento de 1,87 vezes. No entanto, estes valores de amônia, assim como os de temperatura e pH, estão dentro das faixas recomendadas para o cultivo desta espécie de acordo com EL-SAYED (2006).

Desempenho produtivo dos juvenis

Não foram observados sinais patológicos e mortalidade dos juvenis de tilápia nos tratamentos. Os resultados da análise de variância e dos testes de comparação de médias das variáveis de desempenho produtivo dos juvenis de tilápia-do-nilo são apresentados na Tabela 3. Observa-se que não ocorreu interação entre os fatores estudados e que as estratégias anteriores de produção dos juvenis não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), ou seja, os juvenis de tilápia-do-nilo revertidos ou não que receberam o esterco suíno como fertilizante orgânico ou a dieta extrusada comercial, apresentaram a mesma resposta de desempenho. Propositamente não houve diferença estatística significativa para o peso médio inicial dos juvenis ($P > 0,05$), evidenciando uma homogeneidade no lote. Em relação às médias das variáveis de desempenho para os dois tipos de alimentos utilizados durante a recria, somente houve diferença entre os efeitos da utilização do alimento natural e da dieta extrusada comercial, sobre o consumo médio diário por peixe, onde o primeiro obteve o maior valor. Todas as variáveis de desempenho produtivo apresentaram diferenças significativas para os teores de extrativo não nitrogenado (ENN) testados.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros de desempenho em juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta.

Estatística	Peso médio inicial (g)	Peso médio final (g)	Ganho em peso (g)	Conversão alimentar aparente	Consumo diário de dieta por peixe (g)	Taxa crescimento específico (%)	Taxa eficiência protéica (%)
Médias para juvenis:							
Revertidos	23,0 ± 1,5	336,7 ± 61,1	313,6 ± 27,2	1,27 ± 0,07	3,23 ± 0,23	2,18 ± 0,06	2,65 ± 0,15
Não revertidos	23,3 ± 1,2	331,8 ± 78,2	308,5 ± 42,5	1,27 ± 0,06	3,17 ± 0,40	2,15 ± 0,12	2,65 ± 0,15
Médias para tipos de alim.							
(recria) com:							
Alimento natural (estерco suíno)	23,0 ± 1,3	341,9 ± 65,1	318,9 ± 31,6	1,28 ± 0,06	3,30 ± 0,24 a	2,19 ± 0,07	2,63 ± 0,14
Dieta comercial	23,4 ± 1,4	326,6 ± 74,3	303,2 ± 37,7	1,26 ± 0,06	3,10 ± 0,06 b	2,14 ± 0,10	2,66 ± 0,15
Médias para:							
34 % ENN	22,7 ± 1,6	335,0 ± 69,1 ab	312,2 ± 38,7 ab	1,30 ± 0,07 b	3,28 ± 0,33 ab	2,18 ± 0,10 ab	2,52 ± 0,13 b
38 % ENN	23,2 ± 1,2	311,6 ± 59,5 b	288,4 ± 30,7 b	1,28 ± 0,05 ab	3,00 ± 0,34 b	2,11 ± 0,10 b	2,65 ± 0,10 a
42 % ENN	23,7 ± 1,1	356,3 ± 74,3 a	332,6 ± 20,8 a	1,23 ± 0,05 a	3,32 ± 0,18 a	2,21 ± 0,06 a	2,77 ± 0,10 a
ANOVA							
Valores de P:							
R ¹	0,598 ^{ns}	0,659 ^{ns}	0,639 ^{ns}	0,951 ^{ns}	0,569 ^{ns}	0,389 ^{ns}	0,976 ^{ns}
A ²	0,365 ^{ns}	0,174 ^{ns}	0,157 ^{ns}	0,395 ^{ns}	0,048 [*]	0,062 ^{ns}	0,381 ^{ns}
E ³	0,287 ^{ns}	0,010 ^{**}	0,009 ^{**}	0,026 [*]	0,020 [*]	0,024 [*]	0,000 ^{**}
Int. R x A	0,632 ^{ns}	0,235 ^{ns}	0,237 ^{ns}	0,641 ^{ns}	0,239 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,673 ^{ns}
Int. R x E	0,556 ^{ns}	0,600 ^{ns}	0,573 ^{ns}	0,495 ^{ns}	0,289 ^{ns}	0,317 ^{ns}	0,474 ^{ns}
Int. A x E	0,643 ^{ns}	0,884 ^{ns}	0,879 ^{ns}	0,761 ^{ns}	0,969 ^{ns}	0,758 ^{ns}	0,726 ^{ns}
Int. R x A x E	0,219 ^{ns}	0,561 ^{ns}	0,547 ^{ns}	0,757 ^{ns}	0,611 ^{ns}	0,271 ^{ns}	0,800 ^{ns}
CV (%)	5,92	9,78	10,37	8,99	4,53	5,06	11,41

Valores são médias de três réplicas ± desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

^{ns} – não significativo

* - significativo ao nível de 5 %

** - significativo ao nível de 1 %

¹ Reversão Sexual

² Tipos de alimentos utilizados durante a recria

³ Níveis de ENN na dieta

O nível de inclusão de 42 % de ENN na dieta apresentou as maiores médias ($P < 0,05$) para peso médio final, ganho em peso, consumo e taxa de crescimento específico, quando comparado com o teor de 38 %. A média de conversão alimentar foi destacadamente a melhor para os juvenis de tilápia que receberam 42 % de ENN na dieta, em relação ao teor de 34 %. Juvenis alimentados com dietas contendo 38 e 42 % de ENN apresentaram taxas de eficiência protéica significativamente maiores do que os juvenis alimentados com 34 % de ENN.

Eficiência de utilização de nutrientes

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise de variância dos dados e as médias das variáveis de eficiência de retenção de proteína bruta (ER_{PB}), da energia bruta (ER_{EB}), proporção de proteína no ganho em peso (PB_{GP}) e do extrato etéreo no ganho em peso (EE_{GP}) das dietas experimentais pelos juvenis de tilápia-do-nilo. Observa-se que, de uma forma generalizada, não houve efeito dos fatores estudados. Analisando os efeitos dos dois diferentes alimentos utilizados durante a fase de recria, ressalta-se que as médias para eficiência de retenção de energia bruta (ER_{EB}), proporção de proteína bruta (PB_{GP}) e extrato etéreo (EE_{GP}) no ganho em peso não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Porém, o alimento natural ou a dieta extrusada comercial interferiram nas médias de eficiência de retenção de proteína bruta dos peixes ao final do período experimental (Tabela 4). O uso de dieta comercial durante a recria promoveu maior taxa de ER_{PB} em relação aos juvenis que ingeriram o alimento natural, através de fertilização orgânica com esterco suíno. De outra forma, os teores de extrativo não nitrogenado utilizados nas dietas não influenciaram as variáveis de eficiência de utilização de nutrientes estudadas (ER_{PB} , ER_{EB} , PB_{GP} e EE_{GP}).

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros de eficiência de utilização de nutrientes em juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta.

Estatística	Eficiência de retenção de proteína bruta (ER _{PB}) (%)	Eficiência de retenção de energia bruta (ER _{EB}) (%)	Proporção de proteína no ganho em peso (PB _{GP}) (%)	Proporção de extrato etéreo no ganho em peso (EE _{GP}) (%)
Médias para juvenis:				
Revertidos	41,13 ± 4,20	33,70 ± 2,17	15,58 ± 1,69	10,13 ± 1,18
Não revertidos	38,90 ± 4,95	32,90 ± 4,72	14,75 ± 1,38	9,53 ± 1,38
Médias para tipos de alim.				
(recria) com:				
Alimento natural (estерco suíno)	38,25 ± 4,98 b	32,85 ± 4,82	14,60 ± 2,09	9,67 ± 1,33
Dieta comercial	41,78 ± 3,65 a	33,75 ± 1,94	15,73 ± 1,61	9,99 ± 1,38
Médias para dietas com:				
34 % ENN	40,15 ± 4,60	32,37 ± 2,38	15,94 ± 1,91	10,37 ± 0,90
38 % ENN	40,73 ± 3,54	34,67 ± 4,15	15,37 ± 1,51	9,65 ± 1,68
42 % ENN	39,16 ± 5,84	32,36 ± 3,74	14,18 ± 2,23	9,48 ± 1,12
ANOVA				
Valores de P:				
R ¹	0,157 ^{ns}	0,363 ^{ns}	0,197 ^{ns}	0,203 ^{ns}
A ²	0,029 [*]	0,328 ^{ns}	0,084 ^{ns}	0,481 ^{ns}
E ³	0,702 ^{ns}	0,223 ^{ns}	0,084 ^{ns}	0,265 ^{ns}
Int. R x A	0,369 ^{ns}	0,189 ^{ns}	0,350 ^{ns}	0,889 ^{ns}
Int. R x E	0,530 ^{ns}	0,199 ^{ns}	0,865 ^{ns}	0,687 ^{ns}
Int. A x E	0,952 ^{ns}	0,328 ^{ns}	0,810 ^{ns}	0,758 ^{ns}
Int. R x A x E	0,382 ^{ns}	0,632 ^{ns}	0,585 ^{ns}	0,615 ^{ns}
CV (%)	11,41	10,79	12,32	13,98

Valores são médias de três réplicas ± desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

^{ns} – não significativo

^{*} - significativo ao nível de 5 %

¹ Reversão Sexual

² Tipos de alimentos utilizados durante a recria

³ Níveis de ENN na dieta

Variáveis morfo-somáticas

Os resultados da análise de variância encontrados na Tabela 5 revelam que, de maneira geral, não ocorreu interação entre os parâmetros morfo-somáticos estudados. Também não houve influência da reversão sexual dos juvenis com o uso do hormônio 17- α -metiltestosterona e nem dos diferentes tipos de alimentos empregados durante a produção dos juvenis em viveiros sobre os resultados dos índices hepato-somático e gordura víscero-somático. Somente os teores de extrativo não nitrogenado nas dietas experimentais promoveram resultados estatisticamente significativos para o índice hepato-somático, revelando que os teores de 42 e 38 % de ENN na dieta apresentaram a maior e a menor média, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros morfo-somáticos em juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta.

Estatística	Índice hepato-somático (IHS)	Índice gordura víscero-somático (IGVS)
Médias para juvenis:		
Revertidos	2,86 $\pm$ 0,59	2,13 $\pm$ 0,75
Não revertidos	3,18 $\pm$ 0,76	2,17 $\pm$ 0,68
Médias para tipos de alim. com:		
Alimento natural (esterco suíno)	2,88 $\pm$ 0,55	2,10 $\pm$ 0,70
Dieta extrusada comercial	3,15 $\pm$ 0,80	2,20 $\pm$ 0,73
Médias para:		
34 % ENN	2,95 $\pm$ 0,51 ab	2,37 $\pm$ 0,78
38 % ENN	2,73 $\pm$ 0,37 b	1,81 $\pm$ 0,56
42 % ENN	3,37 $\pm$ 0,78 a	2,26 $\pm$ 0,69
ANOVA		
Valores de P:		
R ¹	0,128 ^{ns}	0,857 ^{ns}
A ²	0,203 ^{ns}	0,693 ^{ns}
E ³	0,047*	0,141 ^{ns}
Int. R x A	0,826 ^{ns}	0,210 ^{ns}
Int. R x E	0,379 ^{ns}	0,832 ^{ns}
Int. A x E	0,053 ^{ns}	0,335 ^{ns}
Int. R x A x E	0,446 ^{ns}	0,479 ^{ns}
CV (%)	20,14	33,26

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05)

^{ns} – não significativo

* - significativo ao nível de 5 %

¹ Reversão Sexual

² Tipos de alimentos utilizados durante a recría

³ Níveis de ENN na dieta

Composição corporal dos juvenis

Na Tabela 6 são apresentados os resultados estatísticos pelo teste F e as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Observa-se que não houve diferença estatística nas porcentagens de umidade e gordura corporal, assim como na quantidade de energia bruta da carcaça para os fatores estudados. Os juvenis de tilápia-do-nilo que receberam dieta extrusada comercial durante o período de recria em viveiros apresentaram maior deposição de proteína na carcaça quando comparados aos juvenis que receberam o alimento natural. Com relação ao conteúdo de cinzas, observa-se que houve diferença significativa tanto para a reversão sexual quanto para os níveis de extrativo não nitrogenado na dieta. Nota-se que o hormônio 17- α -metiltestosterona proporcionou um aumento nos teores de cinzas da carcaça dos peixes, enquanto que esses teores foram diminuindo conforme o aumento nos níveis de ENN de 38 para 42 % na dieta (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios dos parâmetros de composição corporal dos juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com teores de extrativo não nitrogenado na dieta.

Estatística	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Energia Bruta (Kcal/kg)
Médias para juvenis:					
Revertidos	66,99 ± 1,96	16,21 ± 1,35	9,50 ± 1,10	4,34 ± 0,57 a	5573,1 ± 198,05
Não revertidos	67,76 ± 1,62	15,56 ± 1,56	8,79 ± 1,38	3,99 ± 0,49 b	5541,7 ± 175,27
Médias para tipos de alim. (recria) com:					
Alimento natural (esterco suíno)	67,87 ± 1,56	15,34 ± 1,46 b	8,91 ± 1,34	4,04 ± 0,47	5607,4 ± 178,61
Dieta extrusada comercial	66,88 ± 1,96	16,42 ± 1,31 a	9,37 ± 2,92	4,29 ± 0,61	5518,4 ± 169,12
Médias para:					
34% ENN	66,77 ± 1,97	16,41 ± 1,50	9,54 ± 1,04	4,37 ± 0,74 a	5656,18 ± 152,64
38% ENN	67,19 ± 1,69	16,01 ± 1,34	9,00 ± 1,57	4,31 ± 0,26 a	5661,15 ± 255,46
42% ENN	68,17 ± 1,62	15,22 ± 1,44	8,88 ± 1,19	3,81 ± 0,39 b	5579,92 ± 132,86
ANOVA					
Valores de F:					
R ¹	1,54 ^{ns}	1,93 ^{ns}	2,55 ^{ns}	5,11 [*]	0,01 ^{ns}
A ²	2,54 ^{ns}	5,40 [*]	1,08 ^{ns}	2,43 ^{ns}	0,85 ^{ns}
E ³	1,77 ^{ns}	2,24 ^{ns}	0,84 ^{ns}	5,21 [*]	1,21 ^{ns}
Int. R x A	0,02 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	3,01 ^{ns}
Int. R x E	0,09 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Int. A x E	0,10 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,58 ^{ns}
Int. R x A x E	1,38 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,96 ^{ns}
CV (%)	2,79	8,84	14,58	11,17	5,23

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05)

^{ns} – não significativo

* - significativo ao nível de 5 %

¹ Reversão Sexual

² Tipos de alimentos utilizados durante a recria

³ Níveis de ENN na dieta

Sexagem

Na Tabela 7 são apresentados o peso médio final e as porcentagens de machos dos juvenis de tilápia-do-nilo. A sexagem foi realizada em todos os juvenis de tilápia de cada tratamento, através da sexagem manual, visualizando-se as papilas urogenitais dos peixes no final do período experimental. Observa-se que a porcentagem de machos entre os juvenis que receberam o alimento natural durante a recria em viveiros foi superior à porcentagem de machos dos juvenis que receberam dieta comercial. Porém, esse resultado não influenciou estatisticamente o peso médio final dos juvenis. Por outro lado, as porcentagens de machos entre os juvenis alimentados com os níveis de ENN foram muito semelhantes e os peixes apresentaram peso médio final significativamente diferente entre si ($P < 0,05$).

	Peso médio final	Machos (%)
Médias para juvenis:		
Revertidos	336,7 ± 61,1	83,0
Não revertidos	331,8 ± 78,2	67,0
Médias para tipos de alim. (recria) com:		
Alimento natural (fertilização com esterco suíno)	341,9 ± 65,1	85,0
Dieta extrusada comercial	326,6 ± 74,3	66,0
Médias para:		
34 % ENN	335,0 ± 69,1 ab	73,0
38 % ENN	311,6 ± 59,5 b	77,0
42 % ENN	356,3 ± 74,3 a	76,0

Tabela 7. Peso médio final e porcentagens de machos dos juvenis de tilápia-do-nilo.

Discussão

Neste estudo foi observado que os juvenis de tilápia revertidos ou não sexualmente apresentaram médias estatisticamente semelhantes para as variáveis de crescimento estudadas. GAYÃO (2009), avaliando o desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-nilo (linhagem tailandesa) com peso médio inicial

de 127 g e submetidos ou não à reversão sexual em tanques-rede, também não encontrou diferença significativa para algumas das variáveis estudadas, como o peso e comprimento final, o ganho em peso e a sobrevivência. Porém, diferentemente do presente estudo, os juvenis que haviam passado pela reversão sexual apresentaram melhor conversão alimentar (1,76) em relação aos peixes não revertidos (1,83). Segundo o autor, o fato dos juvenis de tilápia não revertidos sexualmente apresentarem os mesmos resultados para o peso e comprimento final, ganho em peso e sobrevivência em relação aos juvenis revertidos, pode ser explicado pelo melhor estado de saúde dos peixes que não receberam o hormônio na dieta em relação aos juvenis revertidos sexualmente.

O hormônio 17- α -metiltestosterona, utilizado durante a reversão sexual e outros hormônios como o acetato de trembolona e os estilbenos, também empregados na produção animal, são classificados como anabolizantes. O seu mecanismo de ação ocorre pela deposição de proteínas, como resultado da diferença entre a síntese e a degradação protéica (LONE, 1997), o que pode ocasionar aumento no crescimento dos animais. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa para as variáveis de crescimento e eficiência de utilização de nutrientes neste estudo, LUNDSTEDT (1999) encontrou maior ganho em peso em tilápias revertidas sexualmente, afirmando que o hormônio masculinizante provavelmente proporcionou um efeito anabólico. Para DAN & LITTLE (2000), as respostas no crescimento através do tratamento com o hormônio 17- α -metiltestosterona também podem variar com as diferentes linhagens de tilápia produzidas e com o meio ambiente de cultivo, como viveiros ou gaiolas. KAMARUZZAMAN et al. (2009) avaliaram os parâmetros de desempenho de tilápias de linhagem GIFT revertidas (5 mg do hormônio 17- α -metiltestosterona / kg de dieta), não revertidas (machos e fêmeas misturados) e tilápias de progênie YY (super macho), em gaiolas flutuantes colocadas em viveiros com fundo de terra. Assim como no presente estudo, em que também se utilizou tilápias da linhagem GIFT, não foram encontradas diferenças significativas em todas as variáveis de crescimento avaliadas. Os autores afirmam que a produção de populações monosexo de tilápias GIFT através do uso de hormônios ou de

machos de progênie YY é de valor prático limitado, pois o desempenho das tilápias GIFT é pouco afetado pelo período de maturação sexual, já que elas podem alcançar o peso de mercado antes deste período, como por exemplo, 600g de peso vivo em apenas 3 meses, em produções comerciais na Malásia (KAMARUZZAMAN et al., 2009).

Os resultados das variáveis de desempenho produtivo encontrados para os diferentes tipos de alimentos permitem afirmar na presente pesquisa que os juvenis de tilápia que receberam alimento natural, através de fertilização orgânica com esterco suíno, durante a recria em viveiros, cresceram de maneira similar aos juvenis sempre alimentados com dieta. Apesar de não ocorrer diferença estatística significativa para peso médio final, os peixes que receberam alimento natural apresentaram média numericamente maior ($341,9 \pm 65,1$ g) em relação aos juvenis alimentados com dieta comercial ($326,6 \pm 74,3$ g) durante a recria em viveiros, o que pode ser explicado pela maior ocorrência de machos entre os juvenis que consumiram o alimento natural (Tabela 7), corroborando a afirmação de POPMA & LOVSHIN (1994), em que as fêmeas de tilápia podem apresentar taxas de ganho em peso inferiores em relação aos machos.

Nota-se na Tabela 3 um aumento estatisticamente significativo no consumo de dieta pelos juvenis que consumiram o alimento natural. Esse aumento na taxa de ingestão pode ser explicado pela ocorrência de um fenômeno denominado hiperfagia, que é o aumento significativamente elevado na ingestão de alimentos pelos peixes que passaram por um período de subnutrição ou restrição alimentar em relação aos peixes alimentados frequentemente. Este é um dos mecanismos envolvidos no ganho compensatório, definido como um processo fisiológico no qual um organismo acelera seu crescimento depois de um período de desenvolvimento restrito, geralmente provocado por uma diminuição na ingestão de alimento, na tentativa de alcançar o peso dos animais que cresceram continuamente (HORNICK et al., 2000).

A hiperfagia pode ser considerada como uma das grandes responsáveis pelas elevadas taxas de crescimento durante o ganho compensatório (JOBILING et al., 1994). WANG et al. (2000) estudaram o crescimento compensatório em grupos

de híbridos de tilápia que passaram por períodos de restrição alimentar durante uma, duas ou quatro semanas, e grupos controle, que foram sempre alimentados. Assim como no presente estudo, os autores também observaram a ocorrência da hiperfagia, porém esta não foi acompanhada de uma melhora na eficiência alimentar em relação ao grupo controle. Os autores explicam que a inabilidade dos híbridos de tilápia que passaram por privação alimentar durante duas a quatro semanas em recuperarem o peso corporal, resulta da incapacidade que esses peixes possuem em alcançar um ganho compensatório e também da grande perda de peso ocorrida durante a privação alimentar em temperaturas elevadas.

O esterco suíno tem sido amplamente utilizado na produção de tilápias em viveiros como um fertilizante orgânico, que estimula a produção de fitoplâncton, responsável por fornecer oxigênio para a respiração de organismos aeróbicos presentes nos viveiros (EL-SAYED, 2006) e que são fontes de alimento para os peixes. O esterco suíno enriquece a água de cultivo, proporcionando um complemento à dieta comercial fornecida. No experimento de recria, realizado anteriormente, o fornecimento do esterco suíno como fertilizante orgânico não foi suficiente para proporcionar um crescimento satisfatório em relação aos peixes que foram alimentados com dieta extrusada comercial. O peso médio final dos juvenis que receberam alimento natural (fertilização orgânica com esterco suíno) foi de 17,85 g, enquanto que os peixes que foram alimentados com a dieta extrusada comercial apresentaram um peso médio final de 36,40 g (SQUASSONI et al., 2010). Essa variação no peso entre os peixes dos diferentes tipos de alimentos utilizados pode explicar o motivo pelos quais os juvenis alimentados com o alimento natural passaram a ingerir mais dieta (hiperfagia) no presente estudo. Porém, pensando na qualidade do juvenil produzido, peixes que receberam alimento natural podem apresentar um melhor estado de saúde, principalmente no final do período de engorda, em relação aos juvenis alimentados com dieta, pois o acúmulo de gordura corporal tende a ser menor.

As dietas geralmente são produzidas com elevadas quantidades de carboidratos, já que este nutriente apresenta um custo de produção relativamente baixo. O excesso de energia não protéica, com uma elevada relação

energia: proteína pode diminuir o consumo de alimento e, conseqüentemente levar à menor ingestão de proteína e outros nutrientes fundamentais, ocasionando acúmulo de gordura corporal (ABIMORAD, 2004). TRAN-DUY et al. (2008) afirmam que a elevada quantidade de carboidratos em uma dieta pode levar a uma situação em que o volume do estômago limita a ingestão de alimentos antes que o animal tenha atingido sua exigência em energia. Porém, observou-se neste estudo, um aumento significativo no consumo para os juvenis alimentados com o maior teor de ENN na dieta (42 %), em relação ao teor de 38 %, o que foi acompanhado também pela elevação no peso médio final, no ganho em peso e na taxa de crescimento específico. A conversão alimentar melhorou significativamente com o aumento dos teores de ENN, o que foi encontrado também por ABIMORAD & CARNEIRO (2007) ao trabalharem com três teores deste nutriente (41, 46 ou 50 %) em dietas para o pacu.

A glicose é o substrato preferido para fornecer energia para o sistema nervoso e para as células sanguíneas. Assim, os carboidratos presentes nas dietas podem deprimir a atividade gliconeogênica, poupando os aminoácidos das vias oxidativas (SANCHES-MUROS et al., 1996) e, conseqüentemente, melhorar as variáveis de desempenho, como pôde ser observado neste ensaio. No trabalho de ABIMORAD & CARNEIRO (2007), foram encontradas as melhores taxas de eficiência protéica para os maiores teores de ENN (46 e 50 %) ao avaliarem o desempenho de juvenis de pacu alimentados com dietas contendo teores de proteína de 22 ou 25 %, lipídios de 4 ou 8 % e ENN de 41, 46 ou 50 %. Os autores afirmaram que o pacu aproveita muito bem os carboidratos dietários como fontes economizadoras de proteína para o crescimento, mas que isso também depende do seu balanceamento com outros nutrientes. Percebe-se, no presente estudo, que os juvenis de tilápia aproveitaram os carboidratos de forma satisfatória, assim como o pacu, pois os maiores teores de ENN na dieta (38 e 42 %), apresentaram também as maiores taxas de eficiência protéica, o que confirma o efeito economizador da proteína pelo carboidrato. De acordo com SHIMENO et al. (1993), os carboidratos aceleram a glicólise e a lipogênese e diminuem a gliconeogênese e degradação de aminoácidos no fígado, o que explica, no

presente ensaio, a alta habilidade da tilápia em aproveitar elevados níveis de carboidratos na dieta.

Segundo HEMRE et al. (2002), os carboidratos levam a uma promoção no crescimento dos peixes quando estes são mantidos dentro dos limites que suportam a sua necessidade metabólica (reduzida atividade gliconeogênica) e que não resulta em um fenômeno de intolerância pelo organismo. WANG et al. (2005) testaram seis níveis de amido de milho (6, 14, 22, 30, 38 ou 46 %), em dietas para juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) e observaram que os peixes podem utilizar até 46 % de amido na dieta sem comprometer seu crescimento, mas, os peixes que receberam as dietas com os menores teores (6 ou 14 %) utilizaram uma alta proporção de proteína, mas não para deposição na carcaça, e sim como fonte energética. Levando-se em consideração os índices de eficiência de retenção de nutrientes no presente estudo, observa-se, na Tabela 4, que os juvenis alimentados com alimento natural, por meio da fertilização orgânica com esterco suíno, apresentaram menor eficiência de retenção de proteína em relação aos juvenis alimentados com dieta comercial. Essa resposta sustenta as afirmações descritas anteriormente, em que os elevados níveis de carboidratos das dietas podem ser aproveitados de forma eficiente pelos juvenis de tilápia, como é o caso das dietas comerciais.

De acordo com os resultados encontrados neste estudo, o maior teor de extrativo não nitrogenado (42 %) proporcionou melhora na maioria dos índices de desempenho avaliados, quando comparado ao teor de 38 %. Porém, observa-se também um maior valor para o índice hepato-somático (Tabela 5). MOHANTA et al. (2009) afirmam que o IHS é considerado um indicador sensível para a disponibilidade de energia em peixes. O excesso de energia digestível leva à deposição de glicogênio ou lipídio, resultando no aumento do índice hepato-somático. Os autores testaram cinco teores de carboidratos (22, 26, 30, 34 ou 38 %) em dietas para juvenis de “silver barb” (*Puntius gonionotus*) e encontraram elevados valores para o IHS conforme se aumentava os teores de carboidratos de 30 para 38 %. Os elevados valores encontrados para o IHS foram atribuídos à

maior deposição de gordura no fígado dos peixes quando os juvenis foram alimentados com os maiores teores de carboidratos (34 ou 38 %) na dieta.

Como no presente ensaio, WANG et al. (2005) encontraram um maior índice hepato-somático em juvenis híbridos de tilápia alimentados com dietas contendo 30 % de amido de milho em relação aos menores níveis de amido (6 ou 14 %). Com o objetivo de testar diferentes relações carboidratos:lipídios no desempenho produtivo e composição corporal em juvenis de tilápia do Nilo, ALI & AL-ASGAH (2001) encontraram resultados elevados para o índice hepato-somático somente quando os teores de carboidratos e lipídios na dieta estavam acima de 35,19 e 16,84 %, respectivamente. BICUDO et al. (2010) avaliaram o desempenho e composição corporal de juvenis de pacu em resposta aos níveis de proteína (22, 26, 30, 34 ou 38 %) e energia (10,9, 11,7, 12,6, 13,4 ou 14,2 MJ / kg de dieta) dietéticas e não encontraram diferenças significativas para o IHS, o que também foi observado em outros estudos com piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), por BORBA et al. (2003) e “white sea bream” (*Diplodus sargus*), por SÁ et al. (2007).

Conclusões

- A utilização de juvenis de tilápia não revertidos sexualmente apresentou os mesmos resultados para todos os parâmetros de desempenho produtivo avaliados. Assim, o uso do hormônio para a reversão sexual pode ser evitado nas condições experimentais realizadas neste estudo.

- A recria de juvenis de tilápia-do-nylo, em viveiros de fundo de terra, com alimento natural (através da fertilização orgânica com esterco suíno) proporciona um aumento no consumo de dieta pelos animais na fase de engorda.

- Os peixes que receberam dieta comercial durante a recria apresentaram maiores valores de eficiência de retenção de proteína bruta neste estudo, mas estes resultados não interferiram no ganho em peso quando comparado aos juvenis que receberam o alimento natural através da fertilização orgânica com esterco suíno.

- O nível mais elevado de extrativo não nitrogenado na dieta (42 %) apresentou os melhores resultados para a maioria das variáveis de desempenho avaliadas, porém proporcionou aumento do índice hepato-somático. O aumento do IHS pode ter sido causado pelo acúmulo de gordura no fígado dos peixes (lipidose ou esteatose hepática).

- O acúmulo de gordura no fígado, bem como uma observação mais detalhada sobre os danos causados nos hepatócitos dos juvenis utilizados neste trabalho necessitam ser mais bem estudados, através da análise histológica do fígado destes peixes.

REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G. **Relações entre níveis de proteína e energia digestíveis em dietas com diferentes proporções de lipídios e carboidratos para o crescimento do pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles – fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 1 – 9, 2007.

ALI, A.; AL-ASGAH, N. A. Effect of feeding different carbohydrate to lipid ratios on the growth performance and body composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Animal Research**, v. 50, p. 91 – 100, 2001.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS **Official methods of analysis of the Association of Agriculture Chemists**. 17th ed. v. II, AOAC, Arlington, 2000.

BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) I response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.16, p. 213 – 222, 2010.

BORBA, M.R.; FRACALOSSI, D.M.; PEZZATO, L.E.; MENOYO, D.; BAUTISTA, J.M. Growth, lipogenesis and body composition of piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) fingerlings fed different dietary protein and lipid concentrations. **Aquatic Living Resources**, v.16, p. 362 – 369, 2003.

CAMARGO, A. L. S. Nutrição de organismos aquáticos dentro do conceito de cadeia produtiva do aquanegócio brasileiro. In: 3º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 2009, Botucatu. **Anais....**Botucatu: Universidade Estadual Paulista. 2009. p. 151 – 158.

CARDOSO, O. M. C.; SILVA, T. J. P.; SANTOS, W. L. M.; PESQUERO, J. L. Ocorrência de resíduos de dietilestilbestrol e zeranol em fígado de bovinos abatidos no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, 1999.

CURTIS, L. R.; DIREN, F. T.; HURLEY, M. D.; SEIM, W. K.; TUBB, R. A. Disposition and elimination of 17- α -methyltestosterone in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 99, p. 193 – 201, 1991.

DAN, N. C.; LITTLE, D. C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 184, n. 3, p. 221 – 231, 2000.

DESPREZ, D.; GE´RAZ, E.; HOAREAU, M. C.; ME´LARD, C.; BOSC, P.; BAROILLER, J. F. Production of a high percentage of male offspring with a natural androgen, 11h-hydroxyandrostenedione (11hOHA4), in Florida red tilapia. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 216, p. 55 – 65, 2003.

EL-SAYED, A. F. M. Enviromental requirements. In: _____. **Tilapia Culture**. Alexandria, 2006. cap. 3, p. 34 – 46.

GATLIN, D. M. Nutrition and feeding of red drum and hybrid striped bass. In: CHANG Y. K. E WANG S .S. **Advances in extrusion technology**, Lancaster: Technomic Publishing, 1999. p 43 – 52.

GAYÃO, A. L. B. A. **Nutrição e reversão sexual de tilápia do Nilo: parâmetros produtivos e estruturas do fígado**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

HEMRE, G. I.; MOMMSEN, T.P.; KROGDAHL, A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 175 – 194, 2002.

HORNICK, J.L.; EENAEME, C.V.; GÉRARD, O.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, p.121-132, 2000.

HONORATO, C. A.; ALMEIDA, L. C.; NUNES, C. S.; CARNEIRO, D. J.; MORAES, G. Effects of processing on physical characteristics of diets with distinct levels of carbohydrates and lipids: the outcomes on the growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 1 – 9, 2009.

JOBLING, M.; MELOY, O.H.; SANTOS, J.; CHRISTIANSEN, B. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. **Aquaculture International**, v. 2, p. 75–90, 1994.

KAMARUZZAMAN, N.; NGUYEN, N. H.; HAMZAH, A.; PONZONI, R. W. Growth performance of mixed sex, hormonally sex reversed and progeny of YY male tilapia of the GIFT strain, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 6, p. 720 – 728, 2009.

KOROLEFF. Determination of nutrients. In: GRANSHOFFK. **Methods of seawater analysis**. Verlag. Chemic. Weinheim.,1976, p. 117 – 181.

LIN, H.; ROMOS, D.R.; TACK, P.I.; LEVEILLE, G. A. Influence of dietary lipid on lipogenic enzyme activities in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), with (6-³H) and (U-¹⁴C) glucose. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 59, p. 189 – 191, 1977.

LONE, K. P. Natural Sex steroids and their xenobiotic analogs in animal production: growth, carcass quality, pharmacokinetics, metabolism, mode of action, residues, methods and epidemiology. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, London, v. 37, n. 2, p. 93-209, 1997.

LUNDSTEDT, L. M. **Efeito da reversão sexual e de fontes protéicas no desempenho produtivo, digestibilidade aparente e morfologia do trato digestório da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J.; SAHU, N. P.; PATRO, B. Carbohydrate level in the diet of silver barb, *Puntius gonionotus* (Bleeker) fingerlings: effect on growth, nutrient utilization and whole body composition. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 927 – 937, 2009.

SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Growth performance and metabolic utilization of diets with different protein: carbohydrate ratios by white sea bream (*Diplodus sargus*, L.) juveniles. **Aquaculture Research**, v.38, p. 100-105, 2007.

SANCHEZ-MUROS, M. J.; GARCIA-REJON, L.; LUPIANEZ, J. A.; DE LA HIGUERA, M. Long-term nutritional effects on the primary liver and kidney metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 2. Adaptative response of glucose-6-phosphate dehydrogenase activity to high carbohydrate/low-protein and

high-fat/non-carbohydrate diets. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 2, n. 4, p. 193 – 200, 1996.

SHIMENO S., MING D.C., TAKEDA M. (1993) Metabolic response to dietary carbohydrate to lipid ratios in *Oreochromis niloticus*. **Nippon Suisan Gakkaishi** v. 95 p. 827– 833.

SQUASSONI, G.H.; PORTELLA, M. C.; FAVERO, G. C.; CARNEIRO, D. J. Performance of mono and mixed-sex Nile tilapia juveniles in ponds fed with formulated diets or organic fertilization – Preliminary results. *In*: Aquaculture, 2010, San Diego – **Abstracts**, 2010.

TAN, Q.; FEN, W.; XIE, S.; ZHU, X.; LEI, W.; SHEN, J. Effect of high dietary starch levels on the growth performance, blood chemistry and body composition of gibel carp (*Carassius auratus* var. gibelio). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 10, p. 1011 – 1018, 2009.

TRAN-DUY, A.; SMIT, B.; DAM, A. A.; SCHRAMA, J. W. Effects of dietary starch and energy levels on maximum feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 277, p. 213 – 219, 2008.

WANG, Y.; CUI, Y.; YANG, Y.; CAI, F. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*, reared in sea water. **Aquaculture**, Amsterdam, v.189, p. 101-108, 2000.

WANG, Y.; LIU, Y. J.; TIAN, L. X.; DU, Z. Y.; WANG, J. T.; XIAO, W. P. Effect of dietary carbohydrate level on growth and body composition of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 36, p.1408 – 1413, 2005.

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO COM DIETAS EXTRUSADAS CONTENDO TRÊS TEORES DE CARBOIDRATOS

Resumo

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise econômica da produção de tilápias-do-nilo revertidas ou não sexualmente, em que, 432 juvenis, produzidos com dois tipos de alimentos durante a recria, foram alimentados com dietas extrusadas contendo três teores de extrativo não nitrogenado (34, 38 ou 42 %). Foi utilizada a metodologia de orçamentos parciais, estimando-se os efeitos das alterações nas despesas e receitas. Desta forma, o tratamento convencional (tilápias revertidas sexualmente, que receberam dieta extrusada comercial durante a recria, e alimentadas com 42 % de extrativo não nitrogenado na dieta) foi comparado com os demais tratamentos. Foram consideradas as despesas com juvenis de tilápia originados de um experimento prévio de recria em viveiros e as despesas com o processamento das dietas. Para o cálculo da alteração do rendimento líquido (ARL) foram confrontados os valores (em reais, R\$), das reduções e aumentos das despesas e receitas entre os tratamentos. O resultado líquido foi positivo em todos os tratamentos, ou seja, as receitas sempre foram maiores que as despesas. A dieta contendo 34 % de ENN apresenta o menor custo de produção. Qualquer variação no nível de ENN na dieta de 42 % para 34 % ou 38 %, piora os resultados econômicos. Considerando-se a reversão sexual e os tipos de alimentos utilizados durante a recria, torna-se viável a utilização de juvenis de tilápia não revertidos sexualmente e que receberam alimento natural, através da fertilização orgânica com esterco suíno, para qualquer nível de ENN utilizado na dieta, em relação à tilápias revertidas sexualmente e que foram alimentadas com dieta comercial. Os resultados econômicos deste estudo mostram que é viável a produção de tilápias sem o uso de hormônios para a reversão sexual e que recebam alimento natural, através da fertilização orgânica com esterco suíno durante a recria em viveiros.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, análise econômica, alteração do rendimento líquido.

Introdução

A aquicultura é uma atividade produtiva sustentável que gera melhorias em alimentação pelo alto conteúdo de proteínas, geração de emprego, rentabilidade e captação de divisas (VINATEA, 1999). Ainda são escassos no Brasil, dados econômicos sobre o setor aquícola, sendo marcante a falta de informações que poderiam ajudar a balizar o planejamento e o crescimento do setor, fazendo com que as ações de planejamento e fomento sejam norteadas por informações geradas pelo setor pesqueiro ou obtidas de forma parcial (SCORVO-FILHO et al., 1999). A análise econômica tem sido negligenciada pelos pesquisadores e piscicultores, apesar de ser o fator da maior importância por avaliar a viabilidade do investimento em instalações, materiais, equipamentos e novas tecnologias de cultivo (YI & LIN, 2000).

O êxito de uma piscicultura depende da capacidade do produtor de gerar bens que satisfaçam um mercado ascendente, com um preço que lhe permita um retorno segundo o investimento que tenha feito (PADUA, 2000). Uma das formas de se determinar a viabilidade econômica de um sistema de produção no curto prazo (por exemplo, ao longo de um ciclo de produção), é a partir do estudo do comportamento de sua produção e dos insumos utilizados, ou seja, através da análise de custos e receitas geradas no sistema produtivo (VERA-CALDERÓN, 2003). Para obter os lucros esperados, devem-se manejar métodos adequados e modernos, baseados em princípios científicos, ecológicos, tecnológicos e econômicos.

A área da nutrição e alimentação de peixes vem se expandindo e chamando a atenção de toda a cadeia produtiva, já que os gastos provenientes deste setor chegam a representar 60% do custo total de produção. A utilização de dietas completas, que atendam as exigências nutricionais da espécie pode proporcionar ao produtor um retorno econômico mais eficaz, já que o peixe

consegue aproveitar melhor os nutrientes para crescimento, alcançando peso de abate mais rapidamente. Porém, a maioria das indústrias de rações está preocupada em obter o menor custo de produção, adequando os ingredientes de acordo com as oscilações dos preços no mercado. Os carboidratos são acrescentados em elevadas quantidades nas dietas comerciais devido ao seu baixo custo em relação aos outros nutrientes. Mas, o seu excesso nas dietas pode comprometer seriamente o fígado dos peixes, ocasionando redução no seu crescimento ou mesmo mortalidade no final da produção, o que desencadeia grandes perdas econômicas ao produtor.

O objetivo deste estudo foi, através da utilização da metodologia dos orçamentos parciais, realizar uma análise econômica da produção de juvenis de tilápia do Nilo revertidas ou não sexualmente, que receberam dois tipos de alimentos: natural (através da fertilização orgânica com esterco suíno) ou dieta extrusada comercial (32 % PB), durante um experimento prévio de recria e depois foram alimentados com dietas extrusadas contendo três teores de extrativo não nitrogenado (34, 38 ou 42 %).

Material e Métodos

No presente estudo, foi realizada uma avaliação econômica utilizando-se a metodologia dos orçamentos parciais, descrita por SHANG (1990) e TUNG (1990), comparando-se as variações de custos e receitas entre os tratamentos. Foram utilizados 432 juvenis de tilápia-do-nilo de linhagem GIFT, com peso médio inicial de $23,3 \pm 3,3$ g e comprimento total de $11,2 \pm 0,6$ cm. Os peixes foram estocados em 36 tanques experimentais, com volume útil de 430 L, em uma densidade inicial de 12 juvenis / tanque. Após distribuição dos peixes nos tanques, iniciou-se o fornecimento das dietas experimentais à vontade.

Foram considerados os itens que se alteraram com a introdução do experimento, como o custo operacional total (COT) dos juvenis de tilápia do experimento prévio de recria em viveiros e o COT referente ao processamento das três dietas.

Juvenis de tilápia

Para dar início ao ensaio sobre a utilização dos teores de extrativo não nitrogenado em dietas extrusadas, utilizaram-se juvenis originados de um experimento prévio de recria, em que tilápias revertidas, com peso médio inicial de $3,25 \pm 5,41$ g e não revertidas sexualmente e com peso médio inicial de $4,34 \pm 5,97$ g foram estocados em 12 viveiros de alvenaria com fundo de terra (volume de 40 m^3) e densidade de 10 peixes / m^3 , totalizando 4560 peixes. Os peixes receberam dois tipos de alimentos: natural, através da fertilização orgânica com esterco suíno ou alimentados com dieta extrusada comercial (32 % PB). Os peixes que receberam o tratamento com a dieta extrusada comercial foram alimentados quatro vezes ao dia, baseando-se na biomassa total (6 %). Os tratamentos com fertilização orgânica por esterco suíno receberam, quinzenalmente, $40 \text{ g} / \text{m}^3$ de esterco suíno seco em cada viveiro.

Na Tabela 1 encontram-se os custos dos juvenis adquiridos do experimento prévio de recria em viveiros (SQUASSONI et al., 2010).

Tabela 1. Custo de produção dos juvenis revertidos ou não sexualmente (peso final médio de 25 g), produzidos com alimento natural (fertilização orgânica com esterco suíno) ou dieta extrusada comercial.

COT / Q	TRATAMENTOS			
	RV - E	RV - D	NRV - E	NRV - D
Custo operacional total (COT)	R\$ 434,57	R\$ 566,50	R\$ 434,57	R\$ 577,28
Quantidade de juvenis produzidos (Q)	2164	2062	1867	2064
COT médio (COT/Q) por juvenil	R\$ 0,20	R\$ 0,27	R\$ 0,23	R\$ 0,28

RV – E: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; RV – D: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria; NRV – E: juvenis de tilápia não revertidos e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; NRV – D: juvenis de tilápia não revertidos e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria;

O custo operacional total (Tabela 1) corresponde aos gastos obtidos com a mão-de-obra, aquisição e alimentação dos peixes e depreciação das instalações e equipamentos (peagômetro, oxímetro, condutivímetro, disco de Secchi e puçás) e à quantidade de juvenis produzidos, que representa o total de peixes presentes nos

viveiros no final do período experimental de recria. Para os tratamentos em que foi utilizado o esterco suíno como fertilizante orgânico no período de recria, os custos foram mais baixos, pois o valor do esterco foi considerado zero, levando a uma diminuição do custo operacional total em relação aos tratamentos com dieta extrusada comercial.

Custo de produção das dietas

Na Tabela 2 são apresentados os preços e as porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados para o processamento das três dietas.

Tabela 2. Preços e porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados nas três dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Preço ⁽¹⁾	Dietas		
		34 % ENN	38 % ENN	42 % ENN
Farinha de peixe	1,45	16,00	16,00	16,00
Farinha vísceras de aves	1,10	14,00	14,00	14,00
Farelo de soja	0,40	16,00	16,00	16,00
Conc. protéico de soja	1,20	10,00	8,50	7,50
Milho	0,28	11,00	12,50	16,00
Amido de milho	1,66	1,00	6,10	9,00
Farelo de trigo	0,27	13,00	13,00	13,00
Quirera de arroz	0,43	4,00	4,00	4,00
Óleo de soja	1,55	2,87	1,50	0,00
Enchimento	0,08	6,30	3,70	1,50
Suplem. vitam. e min. ⁽²⁾	4,00	0,60	0,60	0,60
Fosfato bicálcico	1,12	1,00	1,00	1,00
Vitamina C	11,00	0,03	0,03	0,03
Antioxidante	7,00	0,50	0,50	0,50
Caulim	0,14	3,70	2,57	0,87
Total	---	100,00	100,00	100,00

(1) Preços (em reais, R\$) dos ingredientes cotados em novembro de 2009; (2) Níveis de garantia por kg do produto: vit. A 860.000 UI; vitamina D3 240.000 UI; vitamina E 10.500 UI; vitamina K3 1400 mg; vitamina B1 2100 mg; vitamina B2 2150 mg; vitamina B6 2100 mg; vitamina B12 2200 mcg; Niacina 10.000mg; Pantotenato de cálcio 5600 mg; Acido fólico 580 mg; Biotina 17mg; vitamina C 18000 mg; metionina 100.000 mg; colina 60.000 mg; cobre 1800 mg; manganês 5000 mg; zinco 8000 mg; iodo 90 mg; cobalto 55 mg; selênio 30 mg; antioxidante 10000 mg.

Para estimar o COT relacionado às dietas, foram considerados os custos com insumos, mão-de-obra, energia elétrica e depreciação dos equipamentos empregados durante o processamento das três dietas.

Os preços dos insumos, cotados em uma empresa da cidade de Pitangueiras/SP, no mês de novembro de 2009, foram utilizados para o cálculo do custo de 100 kg de cada dieta.

As farinhas de peixe e de vísceras, os farelos de soja e de trigo, a quirera de arroz, o antioxidante BHT, o fosfato bicálcico, o suplemento vitamínico e mineral e a vitamina C foram utilizados na mesma proporção nas três dietas experimentais. Para os demais ingredientes, os custos foram calculados separadamente. Os custos com energia elétrica, mão-de-obra e a depreciação dos equipamentos foram iguais para as três dietas, pois o tempo estimado no seu processamento foi o mesmo.

Com relação à energia elétrica, estimaram-se os gastos realizados com os equipamentos utilizados no processamento (moinho elétrico e extrusora), considerando-se um valor de R\$ 0,30 centavos por kwh, que refere-se ao preço da energia elétrica na zona rural de Jaboticabal/SP, em novembro de 2009.

Para o cálculo da depreciação dos equipamentos, levou-se em consideração o tempo de utilização por ano e a vida útil do moinho elétrico e da extrusora nas indústrias de rações. Assim, foram consideradas 1.560 horas de uso do moinho elétrico e 2.340 horas de uso da extrusora por ano, ou seja, utilização durante cinco dias na semana, 52 semanas no ano, seis horas de uso do moinho elétrico e nove horas de uso da extrusora por dia, para moagem dos ingredientes e processamento das três dietas, respectivamente.

A depreciação foi calculada pelo método linear, considerando-se o valor final de sucata ou igual a zero, de acordo com a fórmula:

$$D = \frac{V_i - V_f}{N}$$

onde:

D = depreciação em R\$/ano

V_i = valor inicial em R\$

V_f = valor final ou de sucata

N = vida útil (horas de uso no ano)

Para o custo da mão-de-obra foi considerada a necessidade de um funcionário fixo, trabalhando oito horas diárias e 25 dias úteis por mês, recebendo 1,5 salários mínimos (São Paulo) por mês (R\$ 757,50), mais 43% de encargos sociais, resultando em um custo/hora de R\$ 5,42.

Orçamentos parciais

Neste estudo, foi utilizada a metodologia de orçamentos parciais, descrita por SHANG (1990) e TUNG (1990), e estimaram-se os efeitos das alterações nas despesas e receitas. Desta forma, o tratamento convencional (juvenis de tilápia revertidos sexualmente que receberam dieta extrusada comercial durante a recria e alimentados com 42 % de ENN), foi comparado com:

- Juvenis de tilápia revertidos sexualmente que receberam dieta extrusada comercial durante a recria e alimentados com 34 ou 38 % de ENN na dieta (RV – D);
- Juvenis de tilápia revertidos sexualmente que receberam alimento natural (através de fertilização orgânica com esterco suíno) durante a recria e alimentados com 34, 38 ou 42 % de ENN na dieta (RV – E);
- Juvenis de tilápia não revertidos sexualmente que receberam dieta extrusada comercial durante a recria e alimentados com 34, 38 ou 42 % de ENN na dieta (NRV – D);
- Juvenis de tilápia não revertidos sexualmente que receberam alimento natural (através de fertilização orgânica com esterco suíno) durante a recria e alimentados com 34, 38 ou 42 % de ENN na dieta (NRV – E);

Despesas/ Receita

Foram consideradas as despesas com juvenis de tilápia revertidos ou não revertidos, obtidos da fase de recria em viveiros e com as dietas experimentais utilizadas neste ensaio. Portanto, levou-se em consideração a quantidade de dieta consumida pelos peixes em cada tratamento e o custo com o processamento das dietas.

A receita bruta foi estimada levando-se em conta a quantidade (em quilogramas) de tilápia produzida durante o período experimental. O preço de venda considerado foi o de mercado para tilápias com peso de 350 g que, em novembro de 2009, foi de R\$ 3,00 o quilo.

Alteração do rendimento líquido (ARL)

A Alteração do Rendimento Líquido (ARL) foi calculada da seguinte forma:

$$\text{ARL} = (\text{Receitas Adicionais} + \text{Redução de Custos}) - (\text{Custos Adicionais} + \text{Redução de Receita})$$

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são apresentados os custos obtidos com os ingredientes (preço x quantidade) utilizados em cada dieta contendo os teores de extrativo não nitrogenado, os custos com energia elétrica dos equipamentos (moinho elétrico e extrusora) e a mão-de-obra. Para a composição dos outros custos, somente foram consideradas as depreciações do moinho elétrico e da extrusora.

Observa-se (Tabela 3) que os custos obtidos com as três dietas foram menores que os de uma dieta balanceada (32 % de PB) vendida no mercado (R\$ 154,96 / 100 kg ração), em novembro de 2009. Esse maior custo da dieta comercial está relacionado, principalmente, aos custos envolvidos com embalagem, frete entre outros custos, que não foram contabilizados nas dietas experimentais deste trabalho.

É importante salientar que alguns dos ingredientes utilizados no processamento das dietas, como o concentrado protéico de soja e a celulose microfina, não são comumente acrescentados às formulações comerciais porque são ingredientes pouco disponíveis no mercado, sendo assim substituídos por ingredientes mais acessíveis e baratos. Para a realização do ensaio de desempenho, as dietas foram formuladas com a inclusão do concentrado protéico de soja, como fonte de proteína e da celulose microfina, como enchimento. A celulose microfina é um ingrediente que possui 80 % de fibra bruta, apresenta pouca influência na velocidade de trânsito gastrointestinal, não promove fermentação e pouco interfere no controle da glicemia e do colesterol (Dreher, 1987, citado por ABIMORAD, 2004), sendo considerado indigestível. Para a realização da análise econômica neste estudo, foi necessária a substituição da celulose microfina pela casca de arroz, que também apresenta características de baixo valor nutricional, como a presença de elevada quantidade de lignina, mas que possui um custo muito inferior (R\$ 0,08 / kg) em relação à celulose microfina (R\$ 50,00 / kg).

Tabela 3. Custo operacional total do processamento das dietas (em R\$ /100 kg de dieta).

CUSTOS	34% ENN	38% ENN	42% ENN
Custo Operacional Efetivo (COE)			
- Com ingredientes de uso fixo nas três dietas:			
• Farinha de peixe + farinha de vísceras + farelo de soja + farelo de trigo + quirera de arroz + BHT + fosfato bicálcico + suplemento vitam. e min. + vitamina C	57,58	57,58	57,58
- Com outros ingredientes:			
• Concentrado protéico de soja	12,00	10,18	9,01
• Milho	3,08	3,49	4,48
• Amido de milho	1,66	10,13	14,94
• Óleo de soja	4,45	2,32	0,00
• Caulim	0,52	0,36	0,12
• Enchimento (casca de arroz)	0,50	0,30	0,12
- Com energia elétrica (R\$):			
• Moinho elétrico	2,10	2,10	2,10
• Extrusora	1,70	1,70	1,70
- Com mão-de-obra:			
• Moinho elétrico	8,33	8,33	8,33
• Extrusora	13,54	13,54	13,54
Outros custos			
- Com depreciação (R\$):			
• Moinho elétrico	0,15	0,15	0,15
• Extrusora	1,71	1,71	1,71
Custo Operacional Total (COT) (em R\$ / 100 kg)	107,32	111,92	113,77

O custo das dietas foi crescente com a elevação dos teores de ENN em função das diferentes quantidades de amido de milho adicionadas em cada dieta (Tabela 3). A despesa com as dietas em cada tratamento foi determinada a partir do custo da dieta (Tabela 3) e do consumo total de dieta (em kg) em cada tratamento utilizado durante o ensaio de desempenho, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4. Consumo total de dieta (em kg) dos 36 juvenis de cada parcela durante os 123 dias do experimento de desempenho (FAVERO et al., 2010, dados não publicados).

Níveis de ENN	RV - E	RV - D	NRV - E	NRV - D
34 %	13,64	13,43	13,87	11,78
38 %	12,49	12,58	12,38	10,62
42 %	13,13	11,45	13,42	11,96

RV – E: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; RV – D: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria; NRV – E: juvenis de tilápia não revertidos e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; NRV – D: juvenis de tilápia não revertidos e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria;

Na Tabela 5 são apresentadas as receitas e despesas dos itens que variaram entre os tratamentos.

Nota-se que o resultado líquido dos dois fatores que sofreram variação (aquisição dos juvenis de tilápia e dietas) foi positivo em todos os casos, ou seja, as receitas superaram as despesas em todos os tratamentos analisados. Os tratamentos correspondentes aos juvenis de tilápia revertidos sexualmente, que receberam alimento natural na recria e alimentados com 42 % de ENN na dieta e, juvenis de tilápia não revertidos, que receberam dieta extrusada comercial na recria e alimentados com 38 % de ENN na dieta apresentaram o maior e o menor resultado líquido, respectivamente. Observa-se que as despesas com dieta no tratamento NRV–D–38 % foram menores comparadas aos demais tratamentos. Essa diminuição está relacionada ao menor consumo da dieta de 38 % de ENN pelos peixes (Tabela 4), que ocasiona queda nas variáveis de desempenho, como o ganho em peso, levando também a uma diminuição na receita final (Tabela 5).

Observa-se que os maiores resultados líquidos são apresentados para os tratamentos em que se utilizaram 42 ou 34 % de ENN na dieta, em consequência das maiores receitas geradas.

Tabela 5. Receitas e Despesas da produção de tilápias (36 peixes por tratamento), dos itens que variaram entre os tratamentos, em reais, em novembro de 2009.

Níveis de ENN	Despesas e Receita em cada tratamento		RV - E	RV - D	NRV - E	NRV - D
34 %		Juvenis	7,20	9,72	8,28	10,08
	Despesas (R\$)	Dieta	14,64	14,41	14,89	12,64
	Despesas (total)		21,84	24,13	23,17	22,72
	Receita (R\$)		30,51	30,90	31,62	27,57
	Resultado líquido (R\$)		8,67	6,77	8,45	4,85
38 %		Juvenis	7,20	9,72	8,28	10,08
	Despesas (R\$)	Dieta	13,98	14,08	13,86	11,89
	Despesas (total)		21,18	23,80	22,14	21,97
	Receita (R\$)		28,17	29,10	28,62	25,65
	Resultado líquido (R\$)		6,99	5,30	6,48	3,68
42 %		Juvenis	7,20	9,72	8,28	10,08
	Despesas (R\$)	Dieta	14,94	13,03	15,27	13,61
	Despesas (total)		22,14	22,75	23,55	23,69
	Receita (R\$)		32,52	30,63	33,21	31,89
	Resultado líquido (R\$)		10,38	7,88	9,66	8,20

RV – E: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; RV – D: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria; NRV – E: juvenis de tilápia não revertidos e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; NRV – D: juvenis de tilápia não revertidos e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria;

Os resultados econômicos confirmam os resultados observados no capítulo de desempenho, em que os melhores valores para as principais variáveis de crescimento analisadas foram obtidos com os juvenis alimentados com as dietas apresentando o menor (34 %) e o maior (42 %) teor de ENN (FAVERO et al., 2010, dados não publicados).

Na Tabela 6 foram confrontados os valores (em reais), das reduções e aumentos das despesas e receitas dos tratamentos e calculadas as alterações do rendimento líquido (ARL). Como pode ser notado, a maioria dos tratamentos apresentou resultados negativos, ou seja, qualquer variação na ARL de 42 % de

ENN para 34 ou 38 %, piora os resultados, devido, principalmente, à redução parcial nas receitas.

Ao compararmos os tratamentos de 38 e 34 % de ENN na dieta, observa-se que a alteração nos teores de ENN (38 para 34 %) apresentou valores positivos, ou seja, considera-se viável a mudança de uma dieta com 38 % de ENN para uma dieta com um menor teor (34 %), não levando em consideração os fatores da reversão sexual e dos tipos de alimentos utilizados na recria.

A dieta com 34 % de ENN apresenta o menor custo de processamento (Tabela 3), em relação às outras duas dietas com 38 e 42 %, apresentando também resultados satisfatórios de desempenho, como pode ser notado no capítulo anterior de desempenho (FAVERO et al., 2010). Assim, pode ser viável economicamente a produção de uma dieta com 34 % de ENN, além de refletir em um melhor estado de saúde devido às menores quantidades de gordura armazenadas na carcaça e no fígado do animal.

Tabela 6. Alteração do rendimento líquido (ARL), obtido na produção de tilápias (36 peixes por tratamento), em reais, considerando-se os teores de extrativo não nitrogenado.

Tratamentos	42 / 34%	42 / 38%	38 / 34%
RV – E	-1,71	-3,39	+1,68
RV – D	-1,12	-2,58	+1,47
NRV – E	-1,21	-3,18	+1,97
NRV – D	-3,36	-4,52	+1,16

RV – E: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; RV – D: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria; NRV – E: juvenis de tilápia não revertidos e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; NRV – D: juvenis de tilápia não revertidos e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria.

Corroborando aos resultados de desempenho encontrados no capítulo anterior, a utilização de dietas com 38 % de ENN também não apresenta viabilidade econômica quando comparada ao menor e maior nível de ENN na dieta. Observa-se (Tabela 6) que o pior resultado para a ARL (- 4,52) foi encontrado com mudança de uma dieta de 42 % de ENN para 38 % em relação aos juvenis não revertidos sexualmente e que receberam dieta comercial durante a recria.

Considerando a reversão sexual e os tipos de alimentos utilizados durante a recria (Tabela 7), ressalta-se que os valores são positivos quando se altera um tratamento em que foram utilizados juvenis de tilápia revertidos, que receberam dieta comercial durante a recria e alimentados com 34 % ou 42 % de ENN na dieta, para o tratamento utilizando-se juvenis não revertidos sexualmente, que receberam alimento natural durante a recria e alimentados com 34 % de ENN na dieta ou juvenis não revertidos que receberam dieta comercial durante a recria e alimentados com 42 % de ENN na dieta.

Tabela 7. Alteração do rendimento líquido (ARL), obtido na produção de tilápias (36 peixes por tratamento), em reais, considerando-se a reversão sexual e os tipos de alimentos utilizados durante a recria.

Tratamentos	34% ENN	38% ENN	42% ENN
RV-E / RV-D	-1,90	-1,69	-2,18
RV-E / NRV-E	-0,22	-0,51	-0,72
RV-E / NRV-D	-3,82	-3,31	-2,18
RV-D / NRV-E	+1,69	+1,18	+1,78
RV-D / NRV-D	-1,92	-1,62	+0,32

RV – E: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; RV – D: juvenis de tilápia revertidos sexualmente e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria; NRV – E: juvenis de tilápia não revertidos e que receberam alimento natural (fertilização com esterco suíno) durante a recria; NRV – D: juvenis de tilápia não revertidos e alimentados com dieta extrusada comercial durante a recria.

Observa-se (Tabela 7) que os maiores valores são apresentados durante a mudança dos tratamentos RV-D para NRV-E, para qualquer nível de ENN acrescentado à dieta. A utilização de tilápias não revertidas sexualmente e alimentadas com alimento natural durante a recria, além de trazer resultados econômicos favoráveis, também pode apresentar outros resultados benéficos tanto para o peixe quanto para o produtor. A reversão sexual é um método que pode ser descartado da produção de tilápias, pois, durante a fase de recria em viveiros, os peixes ainda não estão maduros sexualmente para a reprodução. Além disto, existe também a grande preocupação pelos produtores, pesquisadores e consumidores com o risco que a utilização hormonal pode trazer à saúde humana, à saúde do peixe e ao ambiente aquático.

Embora os peixes que receberam alimento natural (fertilização orgânica por esterco suíno) durante a recria não tenham crescido da mesma maneira que os juvenis alimentados com dieta comercial (SQUASSONI et al., 2010), o uso de dietas comerciais durante esta fase pode acarretar em um maior acúmulo de gordura e maior mortalidade dos peixes no final do período de engorda, levando a grandes perdas econômicas.

Conclusões

- A dieta com 34 % apresenta o menor custo de produção quando comparada às outras duas dietas utilizadas neste estudo.

- A dieta com 42 % de ENN apresenta o melhor resultado líquido. Qualquer mudança no nível de 42 % para 34 ou 38 % de ENN na dieta, piora os resultados econômicos.

- Os resultados econômicos deste ensaio mostram que é viável a produção de tilápias sem o uso de hormônios para a reversão sexual e que recebam alimento natural, através da fertilização orgânica com esterco suíno durante a recria em viveiros e nas condições experimentais desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G. **Relações entre níveis de proteína e energia digestíveis em dietas com diferentes proporções de lipídios e carboidratos para o crescimento do pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

CALDERÓN, L.E.V. **Avaliação econômica da criação de tilápias (*Oreochromis spp.*) em tanques-rede: estudo de casos**. 2003. 87 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FAVERO, G.C.; CARNEIRO, D.J.; SQUASSONI, G.H.; PORTELLA, M.C. 2010. Dados não publicados.

PADUA, D. M. C. **Apontamentos de piscicultura**. Goiânia: Ed. da UCG, 277 p., 2000.

SCORVO-FILHO, J. D.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. S. Preços na piscicultura no estado de São Paulo, 1995 e 1997. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 3, p. 15 – 24, 1999.

SHANG, Y. C. Aquaculture economic analysis: an introduction. The World Aquaculture Society, 211 p., 1990.

SQUASSONI, G.H.; PORTELLA, M. C.; FAVERO, G. C.; CARNEIRO, D. J. Performance of mono and mixed-sex Nile tilapia juveniles in ponds fed with formulated diets or organic fertilization – Preliminary results. *In: Aquaculture*, 2010, San Diego – **Abstracts**, 2010.

TUNG, N. H. **Planejamento e controle financeiro das empresas agropecuárias**. São Paulo: Edições Universidade Empresa, 382 p., 1990.

VINATEA ARANA L. **Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável**. Edit. UFSC, 310 p., 1999.

YI, Y.; LIN, C.K. Analysis of various inputs for pond culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): profitability and potential environmental impacts. In: _____. Tilapia Aquaculture – International Symposium on Tilapia Aquaculture, 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...**, v.1, p. 247 - 257, 2000.