

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILIA MARIA DE NEGREIROS SOUSA

**RELAÇÃO ENTRE ENERGIA E PROTEÍNA DIGESTÍVEIS PARA MATRIZES DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Marechal Cândido Rondon

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILIA MARIA DE NEGREIROS SOUSA

**RELAÇÃO ENTRE ENERGIA E PROTEÍNA DIGESTÍVEIS PARA MATRIZES DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Zootecnia – Nível de Mestrado, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Dr. Robie Allan Bombardelli

Marechal Cândido Rondon

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILIA MARIA DE NEGREIROS SOUSA

**RELAÇÃO ENTRE ENERGIA E PROTEÍNA DIGESTÍVEIS PARA MATRIZES DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Marechal Cândido Rondon, 24 de fevereiro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Robie Allan Bombardelli (Orientador)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gilmar Baumgartner (Membro interno)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dra. Lilian Dena dos Santos (Membro externo)
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Fábio Meurer (Co-orientador, Membro externo)
Universidade Federal do Paraná

À minha melhor amiga, minha mãe *Vera L. Pereira de Negreiros*, por se tornar uma malabarista contornando as situações mais complexas e transformando-as em um simples momento de vida. Amo você.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, pela força emitida nos momentos difíceis e principalmente por me privilegiar com esse caminho que Ele me pôs a seguir;

Aos meus familiares, por me apoiarem mesmo nas decisões mais arriscadas. Em especial ao meu irmão por ajudar confortar meus pais durante minha ausência;

Ao professor Robie Allan Bombardelli, definido para mim como um orientador que possui a experiência de tal, a paciência de um pai e a sinceridade de um amigo;

Ao Professor Fabio Meurer por me encorajar no início dessa nova rotina;

Aos Professores Gilmar Baumgartner, Lilian Dena dos Santos, Nyamien Yahaut Sebastien e Pitágoras Augusto Piana por mostrarem interesse no trabalho desenvolvido;

A Fundação Araucária pelo financiamento do projeto e a Capes pela bolsa concedida,

A equipe do LATRAAC que participou direta ou indiretamente do experimento: Adriano Heinen, Aldo Tovo, Arno Butzge, Cesar Rebecchi, Cintia Burato, Diego Roberto, Eduardo Sanches, Evaldo Gonçalves, Fernando Mertens, Giovano Neumann, Juliana Mewes, Marcel Blanck, Marcos Venicios, Patrícia Coeli, Raiza Boska, Ricardo Krause, Rogério Druzian e Ronan Maciel. Especialmente para o André Freccia, a Denise Bastos e a Lucélia Tessaro pelos diálogos rotineiros e experiências compartilhadas.

As minhas amigas Samara Martins, Samira Teixeira e Viviane Braga que mesmo distantes sempre se fizeram presentes;

À Fernanda Moraes, Priscilla Cenci e Marli Busanello e por me receberem e me ensinarem as novidades do “admirável mundo novo”,

As SBN's e Lulu's, pelos infinitos momentos de descontração.

RESUMO

O trabalho visou analisar o efeito entre os diferentes níveis de proteína (PD) e energia digestíveis (ED) sobre o crescimento, desempenho reprodutivo e qualidade da prole de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram avaliadas nove rações a partir da combinação entre três níveis de PD (28, 34 e 40%) e três níveis de ED (2.800, 3.400 e 4.000 kcal.kg ração⁻¹) com três repetições. Os peixes foram acomodados em tanques-rede distribuídos em tanque escavado sob condições naturais. Diariamente verificou a temperatura e semanalmente o pH e oxigênio dissolvido. Os animais foram submetidos a um manejo reprodutivo com dez dias de descanso e quatro dias de acasalamento, com 3 fêmeas para 1 macho durante 260 dias (setembro de 2010 a abril de 2011). As fêmeas foram avaliadas, a cada 14 dias, quanto ao peso médio, comprimento padrão, ganho de peso, fator de condição, taxa de crescimento específico, conversão alimentar e sobrevivência. Quanto ao desempenho reprodutivo, verificaram-se os parâmetros de peso médio dos ovos, diâmetro dos ovos, fecundidade absoluta, fecundidade relativa e peso médio das larvas no momento da eclosão. Para isso, após o período de acasalamento, foi realizada coleta de ovos da cavidade bucal que foram submetidos a incubação artificial. No mês de janeiro de 2011, amostras da prole foram coletadas e mantidas em sistema de criação até os 30 dias, e verificados os parâmetros de crescimento durante a fase de reversão sexual. Uma amostra de matrizes foi dissecada para mensuração dos índices víscerosomático, hepatossomático e gonadossomático. A qualidade da água permaneceu dentro dos níveis ideais para a espécie, porém a temperatura manteve-se abaixo do recomendado para reprodutores. As rações testadas mostraram influência no crescimento das fêmeas ($p < 0,05$) ao longo do período experimental, assim como para o índice víscerosomático no mês de coleta ($p < 0,05$). Para os aspectos reprodutivos, as matrizes não apresentaram maior produção de ovos de acordo com os tratamentos ($p > 0,05$). Porém, sofreram efeito dos níveis energéticos para fecundidade relativa ($p < 0,05$) e dos níveis protéicos para peso dos ovos e das larvas no momento da eclosão ($p < 0,05$). As proles provenientes dos reprodutores alimentados com as diferentes rações, não evidenciaram diferença no seu crescimento ($p > 0,05$). Rações contendo 28% de PD e 2.800 kcal de ED.kg de ração⁻¹ são indicadas para tilápia do Nilo para garantir maior produção de ovos por grama de fêmeas sem afetar o desempenho da prole.

Palavras-chave: fecundidade, fêmeas, nutrição, peixe, proles, reprodutor

ABSTRACT

The goal of this study was to evaluate the effects of different levels of digestible protein (DP) and energy (DE) over growth, breeding performance and offspring quality in females of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Nine food formulae were evaluated using a combination of three DP levels (28, 34 and 40%) and three DE levels (2,800, 3,400 and 4,000 kcal.kg⁻¹) in three repetitions. Fish were kept in net cages along a naturally carved tank. Temperature was measured daily while pH and dissolved oxygen values were taken weekly. The breeding management was carried out in 260 days (September 2010 to April 2010) using a sex ratio of 3 females: 1 male with ten days of resting and four days of mating. Mean weight, standard length, weight gain, condition factor, specific growth rate, feed conversion and survival rate were evaluated in females each 14 days. As for breeding performance, the analyzed parameters were: mean egg weight, egg diameter, absolute fecundity, relative fecundity and mean larval weight at hatching. For that, eggs were collected from oral cavity after mating for subsequent artificial incubation. In January 2011, offspring samples were collected and raised up to 30 days of age to evaluate growth parameters during sex reversal stage. A broodstock sample was dissected to measure visceral-somatic, hepatosomatic and gonadosomatic indexes. Water quality remained adequate to maintain this fish species, but temperature was lower than that recommended for broodstock. The tested food formulae influenced female growth ($p < 0.05$) throughout the experimental period, as well as the visceral-somatic index in the selected month ($p < 0.05$). In relation to reproductive features, the treatments had no effects on egg production ($p > 0.05$). Nonetheless, energy levels affected relative fecundity ($p < 0.05$) and protein levels influenced both egg and larval weight ($p < 0.05$). No differences in the growth of offspring derived from broodstock fed on distinct formulae were detected ($p > 0.05$). Thus, food formulae containing 28% of DP and 2,800 kcal of DE.kg of food⁻¹ are indicated to Nile tilapia once they assure a higher egg production per gram of female without affecting offspring performance.

Keywords: fecundity, females, nutrition, fish, offspring, broodstock

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios da temperatura (Temp, °C), pH e oxigênio dissolvido (OD, mg.L ⁻¹) da água, para os reprodutores de tilápia durante o período experimental.....	31
Figura 2. Peso médio das fêmeas das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	31
Figura 3. Comprimento padrão das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	32
Figura 4. Ganho de peso das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	32
Figura 5. Taxa de crescimento específico das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	33
Figura 6. Taxa de crescimento específico das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	33
Figura 7. Fecundidade absoluta das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	34
Figura 8. Fecundidade relativa das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	34
Figura 9. Peso médio dos ovos das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	35
Figura 10. Peso das larvas no momento da eclosão das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental.....	35
Figura 11. Pontos de máximo e mínimo do peso médio de fêmeas de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis..	37
Figura 12. Pontos de máximo e mínimo do comprimento padrão de fêmeas de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis..	37
Figura 13. Pontos de máximo e mínimo do ganho de peso de fêmeas de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis.....	38
Figura 14. Taxa de crescimento específico de fêmeas de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis.....	39
Figura 15. Índice viscerossomático de fêmeas de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis.....	40
Figura 16. Fecundidade relativa de fêmeas de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis.....	41

Figura 17. Peso médio dos ovos de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis..... **42**

Figura 18. Peso das larvas no momento da eclosão de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis..... **42**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e nutricional das rações experimentais fornecida aos reprodutores de tilápia contendo níveis diferentes de proteína e energia digestível.....	28
Tabela 2. Crescimento de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis.....	36
Tabela 3. Índices somáticos de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis.....	39
Tabela 4. Parâmetros reprodutivos de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis.....	40
Tabela 5. Composição percentual dos ingredientes e de nutrientes das rações experimentais fornecida aos reprodutores de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	52
Tabela 6. Parâmetros de desempenho zootécnico de proles de tilápia do Nilo, provenientes de reprodutores alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína digestível e de energia digestível, submetidas à criação durante a fase de reversão sexual.....	55

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
1 INTRODUÇÃO	12
2 Revisão de Literatura	13
2.1 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> , Linnaeus, 1758)	13
2.2 Proteína e energia na alimentação de peixes	14
2.3 Nutrição de reprodutores	16
2.4 Referências	19
3 CRESCIMENTO E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE FÊMEAS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA DIGESTÍVEIS	24
3.1 Introdução	25
3.2 Material e Métodos	26
3.3 Resultados	30
3.4 Discussão	43
3.5 Conclusões	45
3.6 Referências	46
4 CRESCIMENTO DE PÓS-LARVAS DE TILÁPIA DO NILO PROVENIENTES DE REPRODUTORES ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA DIGESTÍVEIS	49
4.1 Introdução	50
4.2 Material e Métodos	51
4.3 Resultados e discussão	54
4.4 Conclusões	56
4.5 Referências bibliográficas	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
APÊNDICE	62

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos dois anos houve um crescimento total de 15,7% da produção piscícola brasileira, alcançando 1.240.813 toneladas em 2009, das quais 39% (132 mil toneladas/ano) foi proveniente da tilapicultura (MPA, 2010). Para atender os índices de crescimento e expansão da tilapicultura brasileira tornam-se necessárias o emprego de práticas produtivas que venham suprir a demanda por proles em quantidade e de qualidade (TSADIK & BART, 2007). Para isso, a nutrição, a alimentação e o manejo de reprodutores são ferramentas de grande importância (BHUIJEL et al., 2007; TSADIK e BART, 2007), uma vez que, os nutrientes mobilizados pelas fêmeas durante a vitelogênese refletem sobre a qualidade e a composição química dos ovos (IZQUIERDO et al., 2001) e conseqüentemente sobre o vigor das proles (BOMBARDELLI et al., 2009).

Dentre vários nutrientes estudados, a proteína e os lipídios desempenham importante papel na reprodução (ÇEK e YILMAZ, 2009), visto que são os principais componentes do vitelo e influenciam no desenvolvimento embrionário (EL-SAYED e KAWANA, 2008). Alguns autores expuseram a exigência de proteína na dieta em tilápias, a respeito de um ótimo desempenho reprodutivo e sobre sua interferência na frequência de desova (GUNASEKERA et al., 1995, 1996; BHUIJEL et al., 2001; EL-SAYED et al., 2003; EL-SAYED, 2006), porém, EL-SAYED e KAWANA (2008) mostraram que há necessidade do auxílio dos níveis de energia utilizados na ração para reforçar o teor de proteína dos ovos.

Apesar da influência da nutrição refletir na qualidade de gônadas, na formação de ovócitos (EL-SAYED et al., 2003) no desempenho de reprodutores (MORAES et al., 2004; BOMBARDELLI et al., 2010; NG et al., 2011) e sobre as proles (GUNASEKERA et al., 1996; PEREIRA et al., 2009), este é um segmento pouco compreendido da nutrição de peixes ósseos (IZQUIERDO et al., 2001).

Esta escassez de informações sobre as exigências nutricionais específicas para reprodutores de peixes (BHUIJEL et al., 2001; LUPATSCH et al., 2010) tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas recentes tanto na tilapicultura (EL-GAMAL et al., 2007; SINK et al., 2008 e 2010; NG et al., 2011), quanto em outras espécies de água doce (PARRA et al., 2008; NAVARRO et al., 2010) ou marinhas (FERNANDEZ-PALACIOS et al., 1997; MAZORRA et al., 2003) com importância comercial.

O objetivo desse trabalho foi verificar os efeitos da combinação entre diferentes níveis de proteína e energia digestíveis sobre o crescimento e o desempenho reprodutivo de matrizes

de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua influência no desempenho da prole proveniente destes reprodutores.

2 Revisão de Literatura

2.1 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758)

As tilápias da espécie *Tilapia rendalli* foram introduzidas no Brasil pela Secretaria da Agricultura do Estado do São Paulo, em 1952, objetivando o povoamento das represas, para combater proliferação de algas (BOSCARDIN, 2008). Este momento foi quando surgiram as primeiras informações sobre a tilápia como espécie promissora para a aquicultura, sugerindo a tilapicultura como um dos melhores negócios para piscicultores e uma nova fonte para obtenção de proteínas (ZANIBONI FILHO, 2003).

A espécie *Oreochromis niloticus*, que está incluída no gênero *Oreochromis*, foi introduzida no Brasil em 1971, pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) e disseminada através de companhias hidrelétricas para povoamento de seus reservatórios e de produtores rurais (KUBITZA, 2003; ZANIBONI FILHO, 2003). Em meados da década de 90, o cultivo de tilápias em caráter comercial passou a se difundir para outros Estados, como Santa Catarina, São Paulo, Bahia, Ceará, Alagoas e Sergipe (BOSCARDIN, 2008).

A região Sul liderou a produção da aquicultura continental em 2004, com a 34%, baseada principalmente no cultivo de carpas e tilápias sendo que neste mesmo ano, a produção de tilápias, no país, ultrapassou os índices de camarão marinho e carpa (BOSCARDIN, 2008). Depois do Paraná, foi o Estado de Santa Catarina onde a tilapicultura se estruturou mais rapidamente com auxílio da produção peixes para pesque-pague e indústrias de filetagem nesta região (LOVSHIN, 2002). Estas características contribuíram para o alcance de 5.200 toneladas no ano de 2000 da produção nacional (FAO, 2010). Atualmente, de acordo com os dados de 2009 a região Nordeste é a maior produtora de pescado do Brasil (MPA, 2010).

Os principais fatores que garantiram este crescimento na criação de tilápias estão relacionados às características organolépticas e nutricionais (JORY et al., 2000, EL-SAYED, 2006) além da fácil adaptação ao manejo empregado (VARGAS & RIBEIRO, 2009) e sua aceitação por alimento inerte (MEURER et al., 2002). No entanto, a busca por aumento da

produção levou à utilização de modernas técnicas de cultivo durante as fases de crescimento, engorda (CARVALHO FILHO, 2005) e também reprodutivas.

Em sistemas tradicionais, a reprodução de tilápia é realizada em tanques escavados onde são retirados os alevinos através da coleta de nuvem provocando, geralmente uma baixa produtividade e diminuição na taxa de reversão. Contudo, devido às características biológicas da espécie, a incubação artificial dos ovos vem ganhando seu espaço na intensificação da produção. Para o bom funcionamento deste sistema, há necessidade de maiores estruturas físicas, dotados de um manejo reprodutivo em tanques rede (hapas), acompanhado à remoção dos ovos da boca das fêmeas e laboratório de estrutura apropriada para condensar os ovos fertilizados.

Durante o período reprodutivo, os machos de tilápia do Nilo escavam buracos circulares (ninhos), onde as fêmeas, durante o acasalamento, liberam os ovócitos que são prontamente fecundados pelos machos (MOREIRA et al., 2001; ZANIBONI FILHO, 2003). Após a fecundação, as fêmeas recolhem os ovos e os mantém na cavidade oral durante o período de incubação (HUSSAIN, 2004), e embora ocorra eclosão, as larvas ainda são mantidas sob proteção da fêmea (MACINTOSH & LITTLE, 1995). Esta espécie apresenta também, dimorfismo sexual permanente, caracterizado pela diferença de tamanho entre os machos (maiores) e fêmeas, bem como pelo formato e número de orifícios da papila genital (MOREIRA et al., 2001).

As tilápias iniciam a maturação sexual quando alcançam 25 a 30 g de peso (EL-SAYED et al., 2005) e apresentam um curto período de tempo para atingir a maturação completa, diferente das carpas (MOREIRA et al., 2001). Apesar deste ponto positivo, as fêmeas de tilápia do Nilo apresentam uma baixa taxa de fecundidade e uma desova assincrônica, o que continua sendo uma das restrições mais significativas sobre a produção de larvas (TSADIK e BART, 2007), porém, compensada pela técnica de incubação artificial. Este método tem por finalidade promover a sincronização e o aumento da frequência das desovas (MACINTOSH & LITTLE, 1995; TACON et al., 1996; BHUJEL, 2000) e se mostra economicamente viável (BHUJEL et al., 2001).

2.2 Proteína e energia na alimentação de peixes

As proteínas são macromoléculas compostas por combinações de aminoácidos (LEHNINGER, 2002), onde, do ponto de vista nutricional, o que distingue uma proteína de

outra é o seu aporte de aminoácidos (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), tornando-se um nutriente importante, por compor o organismo animal em crescimento e ser responsável pela formação de enzimas e hormônios (FURUYA e FURUYA, 2005).

As proteínas são um dos mais importantes nutrientes para a vida, crescimento e produção dos peixes (CYRINO et al., 2004). São compostos essenciais que exercem papel central na estrutura e funcionamento de todos os organismos vivos, perfazendo em torno de 65 a 75% da matéria seca, variando entre espécies (SARGENT et al., 2002). A ingestão regular de proteína é necessária para atender às exigências do animal, uma vez que, aminoácidos são usados continuamente para construir as proteínas novas, durante o crescimento e a reprodução, quanto para substituir as proteínas existentes para manutenção (FURUYA, 2010).

As novas técnicas modernas de nutrição e alimentação na aquicultura, tem mostrado a importância de determinar a concentração mínima desse nutriente, que garanta crescimento máximo nos animais (HAYASHI et al., 2002), sem interferir na produção excessiva de resíduos nitrogenados (BOMBARDELLI et al., 2003). A formulação de dietas com excesso de proteína, utilizada para atender à exigência de aminoácidos, é economicamente inviável (RIGHETTI et al., 2011), por sua inclusão representar índices acima de 50% de proteína bruta na ração (MEURER et al., 2005).

Baseado neste ponto, uma grande variedade de fontes e níveis protéicos tem sido avaliada na nutrição de tilápias e outros peixes de água doce. Essas informações são disponíveis para larvas (BOSCOLO et al., 2005a; MEURER et al., 2005, NAVARRO et al., 2007), alevinos e juvenis (FERNANDES et al., 2001; LUPATSCHE et al., 2005; ALI et al., 2008; COSTA et al., 2009) e também para reprodutores (GUNASEKERA et al., 1995 e 1997, PARRA et al., 2010, NG et al., 2011).

Diferente das proteínas, a energia não é um nutriente (LEHNINGER, 2002), contudo utiliza da oxidação dos aminoácidos e também dos carboidratos e lipídios, nos processos metabólicos dos animais em forma de calor liberado (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), e a partir desta oxidação é expresso o valor energético das rações. Para tilápias, geralmente, este valor energético é mostrado como energia digestível (FURUYA, 2010), sendo determinada como aquela que é absorvida após o processo de digestão dos animais (MOREIRA et al., 2001; SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

A deficiência ou excesso de energia digestível na dieta pode reduzir as taxas de crescimento dos peixes (NRC, 1993). Especialmente o excesso de energia, favorece a diminuição do consumo de alimento e inibe a utilização de outros nutrientes (CHO, 1990),

além de causar deposição excessiva de gordura visceral (SARGENT et al., 2002). Porém, a gordura é a principal forma de armazenagem de energia corporal e participa de outras funções no organismo como, por exemplo, da produção de mensageiros intra e extracelulares (os eicosanóides) e da formação dos hormônios esteróides (LEHNINGER et al., 2002); crescimento e desenvolvimento normal dos peixes, estrutura e manutenção de membranas celulares, integridade e flexibilidade (SARGENT, 2002).

Embora as tilápias utilizem de forma eficiente os carboidratos como fonte de energia (LUQUET, 1991), os óleos são reconhecidos como nutriente que proporciona a fonte mais concentrada de energia. Dentre eles, os de maior destaque para pesquisa são os de soja, de canola e de linhaça (HAYASHI et al., 2000) sendo, o primeiro, formado predominantemente por ácidos graxos essenciais (linoléico e linolênico) (SOUZA et al., 2007).

O balanço energético da dieta está estreitamente relacionado com a exigência de proteína e a composição da digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes (MOREIRA, et al., 2001), sendo que, uma baixa relação energia: proteína da dieta faz os peixes utilizarem grande parte da proteína como energia, encarecendo, dessa forma, a dieta (WATANABE e VASSALO-AGIUS, 2003) ou o efeito inverso desta relação faz com que os peixes supram suas necessidades em energia a partir da elevação do consumo de alimento, piorando a conversão alimentar e reduzindo o ritmo de ganho de peso, com sérios prejuízos aos resultados econômicos das criações (CYRINO et al., 2000).

De forma geral, ainda que a relação energia digestível:proteína digestível em rações para tilápias seja próxima de 10 kcal.g^{-1} proteína (NRC, 1993) pode-se observar, a medida que a relação aumenta, uma menor exigência em proteína com o avanço da idade (FURUYA, 2010). Havendo assim, a necessidade de estudar esta relação para o período reprodutivo da espécie.

2.3 Nutrição de reprodutores

Estudos mostram que as técnicas de manejo com reprodutores de peixes vêm sendo aprimorada desde a década de 60 (AFONSO et al., 1993). Porém, pouco se sabe sobre o efeito que os alimentos proporcionam sobre a reprodução (EL-GAMAL et al., 2007) ou da influência desta alimentação na qualidade das proles (IZQUIERDO et al., 2001). Apesar disso, em acervos antigos sobre manejo nutricional de reprodutores de peixes (GUNASEKERA et al., 1995; FERNANDEZ-PALÁCIOS et al., 1997; AL-HAFEDH et al.,

1999), mostraram que o interesse pelo tema é abordado desde a década de oitenta conforme exposto por Bombardelli (2007). Esta carência de informações estimula os pesquisadores a buscar informações sobre diferentes nutrientes envolvidos com a reprodução.

Dentre os nutrientes estudados, pode-se observar que a proteína faz parte da linha de pesquisa desde o início da abordagem deste tema, para diferentes espécies. Para a *O.niloticus*, ao variar as idades de cultivo de reprodutores, alguns autores mostraram que há necessidade de diferentes teores de proteína bruta para garantir melhor desempenho (GUNASEKERA et al, 1995, GUNASEKERA et al., 1996 e BHUJEL et al., 2000). Em reprodutores de peixe marinhos, níveis baixos de proteína na dieta interferem positivamente na fecundidade relativa e na composição centesimal dos ovos do *Labeo rohita* (KHAN et al., 2005) mas não representaram alterações metabólicas durante a formação das gônadas do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (ANDRADE et al.,2010).

Com base em fontes protéicas, Fontínhas-Fernandes et al. (2000), mostraram que fontes protéicas de origem vegetal são menos eficientes para o desenvolvimento do ovário apresentando níveis baixos do 17 β -estradiol e uma redução proporcional da vitelogenina com estágios oocitários da tilápia do Nilo. Em reprodutores nativos, o uso acima de 60% de farelo de soja pode causar inviabilidade nos ovos de fêmeas de *Rhamdia quelen* (PARRA et al., 2010).

Com relação a outro nutriente de importância reprodutiva, os lipídios são importantes para o desenvolvimento larval em *Rhamdia quelen* (PARRA et al., 2008) e a combinação lipídica entre óleo de peixe (10%) e gordura de aves na dieta de bagre do canal foi verificado por Sink e Lochmann (2008), levando o aumento da fecundidade influenciar a redução do número de reprodutores para atender a demanda dos ovos. Além disso, Ng et al., (2011) verificaram impacto benéfico para maiores taxas de eclosão e menor incidência de larvas deformadas quando alimentadas com óleo de palma.

O uso de ácidos graxos também traz efeitos benéficos, para peixes marinhos e de água doce. Ao incrementar a ração com 1,8% de ácido aracdônico para o *Hippoglossus hippoglossus* Mazzorra et al., (2003) verificaram influencia deste nutriente sobre o desempenho da desova e na qualidade de ovos e larval. Este mesmo efeito também foi observado por Quintero et al. (2011) utilizando fêmeas de bagre do canal. Em machos, os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI-S) melhoram o desempenho reprodutivo *sea bass* (ASTUARINO et al., 2001).

Utilizando as vitaminas como auxílio para a nutrição, Navarro (2008) observou que, para a tilápia do Nilo, suplementada com de 150 mg.Kg⁻¹ de vitamina E houve maior

maturação gonadal. Para Roy e Mollah (2009), o uso de apenas mg.Kg^{-1} desta vitamina na ração trás impacto positivo no desempenho reprodutivo do *Clarias batrachus*. Em machos, a vitamina C atua como proteção para os espermatozóides reduzindo o risco de peroxidação lipídica e a sua deficiência reduz a concentração de espermatozóides, motilidade e consequentemente a fertilidade (RURANGAWA et al., 2004).

Apesar de não ser nutriente, Bombardelli et al. (2009) mostraram que até 3.700 kcal de energia digestível.kg de ração⁻¹ não influenciam no desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia do Nilo porém, interferem na fase inicial de criação. Contudo para machos, Bombardelli et al. (2010), concluíram que o uso próximo de 3.450 kcal de energia digestível.kg de ração⁻¹ acentua a deposição de lipídios nos hepatócitos, influencia na produção de espermatozóides e melhora os índices de normalidade da morfologia espermática. Segundo Tessaro et al. (2012), os níveis de 2.850 kcal de energia digestível.kg de ração⁻¹ são suficientes para promover desempenho reprodutivo satisfatório para o jundiá cinza.

Avaliando a relação entre níveis de energia digestível e proteína digestível,alguns autores mostram os efeitos causados durante a fase reprodutiva de varias espécies. Çek e Yilmaz (2009) aconselharam uma relação de 27,65 (350g de proteína e 17,73 MJ/Kg) para dietas de reprodutores de *Clarias gariepinus* durante a primeira maturação sexual. Para a espécie *Rhamdia quelen*, 35% de proteína bruta e 3250 kcal.kg de ração⁻¹ é a mais adequada para o desenvolvimento das gônadas no final da vitelogênese (REIDEL et al., 2010). Diferentemente, esta relação para a espécie *O. niloticus*, Lupatsch et al. (2010) foi de 300g de proteína e 20,5g/MJ para fêmeas e 23 g/MJ para machos não interferindo no desempenho reprodutivo de fêmeas.

2.4 Referências

- AFONSO, L.O.B.; GUDDE, D.H.; LEBOUTE, E.M.; SOUZA, S.M.G. Método para a incubação artificial de ovos de tilápia nilótica. **Rev.Soc.Bras.Zoot.**, v. 22; p. 502-505, n. 03, 1993.
- AL HAFEDH Y.S.; SIDDIQUI A.Q.; AL-SAIADY, M.Y. Effects of dietary protein levels on gonad maturation, size and age at first maturity, fecundity and growth of Nile tilapia. **Aquaculture International**, v.7, p. 319–332, 1999.
- ALI, B.A.; AL-OGAILY, S.M.; AL-ASGAH, N.A.; GODDARD, J.S.; AHMED, S.I. Effect of feeding different protein to energy (P/E) ratios on the growth performance and body composition of *Oreochromis niloticus* fingerlings. **J. Appl. Ichthyol.**, v. 24, p. 31-37, 2008.
- ANDRADE, V.X.L.; HONJI, R.M.; ROMAGOSA, E. Processo de maturação das gônadas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) alimentado com dois níveis proteicos e suplementados com óleo de milho. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.2, p.332-342, 2010.
- ASTURIANO, J.F.; SORBERA, L.A.; CARRILO, M. et al. Reproductive performance in male European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) fed two PUFA – enriched experimental diets: a comparison with males fed a wet diet. **Aquaculture**, v.194, p.173–190, 2001.
- BHUJEL R.C.; YAKUPITIYAGE, A.; TURNER, A.W.; et al. Selection of a commercial feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish breeding in a hapa-in-pond system. **Aquaculture**, v.194, p.303–314, 2001.
- BHUJEL, R.C. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. **Aquaculture**, v. 181, p. 37-39, 2000.
- BHUJEL, R.C.; LITTLE, D.C.; HOSSAIN, A. Reproductive performance and the growth of pre-stunted and normal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish at varying feeding rates. **Aquaculture**, v.273, p.71–79, 2007.
- BOMBARDELLI, R. A. Energia digestível para reprodutores de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2007. 71f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2007.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M. Níveis de energia digestível sobre os desempenhos reprodutivo e zootécnico e a deposição de lipídios nos hepatócitos de machos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.941-949, 2010.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M.; et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1391-1399, 2009.
- BOMBARDELLI, R.A.; MEURER, F.; SYPRRECK, M.A. Metabolismo protéico em peixes. **Arq. Cien. Vet. Zool.**, v. 7, p. 69-79, 2003.
- BOSCARDIN, N.R. A Produção Aquícola Brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, p.276p, 2008.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F; et al. Farinha de Resíduos da Filetagem de Tilápias na Alimentação de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Reversão Sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, P.1807-1812, 2005a.
- CARVALHO FILHO, J. Tilápia se prepara para conquistar novos mercados. **Panorama da Aqüicultura**, v.15, n.89, maio/jun. 2005.
- ÇEK, S.; YILMAZ, E. The effect of varying dietary energy on gonad development at first

- sexual maturity of the Sharptooth catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) **Aquacult. Int.** v. 17, p.553–563, 2009.
- CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Kev. Int.**, v. 6, p. 333-357, 1990.
- COSTA, M.L.S; MELO, F.P.; CORREIA, E.S. Efeitos de diferentes níveis protéicos da ração no crescimento na tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757), variedade chitralada, criadas em tanques-rede. **B. Inst. Pesca**, v.35 (2), p.285 - 294, 2009.
- CYRINO, J.E.P. et al. **Tópicos Especiais em Piscicultura de água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: Aquabil, 2004, v.1, p.75-170.
- CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de proteína e energia em juvenis de “black bass” *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.609-616, 2000.
- EL-GAMAL, A.H.E.; EL-GREISY, Z.A.; EL-EBIARY, E.H. Synergistic Effects of Vitamins C and E and Selenium on the Reproductive Performance of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of Applied Sciences Research**. v.3, p. 564-573, 2007.
- EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia Culture**. Oceanography Department, Faculty of Science, Alexandria University, Alexandria, Egypt. 2006.
- EL-SAYED, A.F.M.; KAWANNA, M. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, v.280, p.179–184, 2008.
- EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v.248, p.187–196, 2005.
- EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v.220, p.619-632. 2003.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Rev. bras. zootec.**, v. 30(3), p. 617-626, 2001.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; IZQUIERDO, M.; ROBAINA, L. et al. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*) **Aquaculture**, v. 148, p. 233-246, 1997.
- FONTAÍNHAS-FERNANDES, A.; MONTEIRO, M.; FIGUEIREDO, A. et al. Partial or total replacement of fish meal by plant protein affects gonadal development and plasma 17 β -estradiol levels in female Nile tilapia. **Aquaculture International**, v. 8, p. 299 – 313, 2000.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Roma: Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica. Rome. p.193, 2010.
- FURUYA, W.M. e FURUYA, V.R.B. Nutrição e alimentação de peixes. In: Zootec. 2005. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2005.
- FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a Nutrição de tilápias**. 1ª Ed. Toledo: GFM, 2010. 100p.
- GUNASEKERA, R.M.; LAM, T.J. Influence of dietary protein level on ovarian recrudescence in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.149, p.57–69, 1997.
- GUNASEKERA, R.M.; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Effects of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.134, p.169–183, 1995.
- GUNASEKERA, R.M.; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.).

- Aquaculture**, v.146, p.245–259, 1996.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; et al. Exigência de Proteína Digestível para Larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a Reversão Sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.823-828, 2002.
- HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; MEURER, F. et al. Uso de diferentes óleos vegetais em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), na fase inicial. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.
- HUSSAIN, M.G. 2004. **Farming of tilapia: Breeding plans, mass seed production and aquaculture techniques**. 149 p.
- IZQUIERDO, M.S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v.197, p.25–42, 2001.
- JORY, D.E. et al. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norte América. **Panorama Acuicola**, v.5, n.5, p. 50-53, 2000.
- KHAN, M.A.; JAFRI, A.K.; CHADHA, N.K. Effects of varying dietary protein levels on growth, reproductive performance, body and egg composition of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture Nutrition**, v. 11, p.11–17, 2005.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. 3ed. São Paulo: Sarvier, 2002.
- LUPATSCH I. & KISSIL G.W.M. Feed formulations based on energy and protein demands in white grouper (*Epinephelus aeneus*). **Aquaculture**, v.248, p.83-95, 2005.
- LUPATSCH, I.; DESHEV, R.; MAGEN, I. Energy and protein demands for optimal egg production including maintenance requirements of female tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**. v.41, p.763-769, 2010.
- LUQUET, P. Tilapia, *Oreochromis* spp. Pages 169-180 in R.P. Wilson, ed. Handbook of nutrient requirement of finfish. CRC, Boca Raton, FL, USA. 1991.
- MACINTOSH, D.J.; LITTLE, D.C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. (Ed) **Broodstock management and egg and larval quality**. London: Blackwell Science Ltd, 1995. p.277–320.
- MAZORRA, C.; BRUCE, M.; BELL, J.G. Dietary lipid enhancement of broodstock reproductive performance and egg and larval quality in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, v.227, p.21–33, 2003.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.B.; SCHAMBER, C.R.; BOMBARDELLI, R.A. Fontes Protéicas Suplementadas com Aminoácidos e Minerais para a Tilápia do Nilo Durante a Reversão Sexual. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.1, p.1-6, 2005.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.566-573, 2002.
- MORAES, G.V.; STREIT JR., D.P.; RIBEIRO, R.P.; SAKAGUTI, E.S.; SOUZA, E.D.; POVH, J.A. Ação de diferentes indutores reprodutivos hormonais no aparecimento de anormalidades morfológicas em espermatozoides de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), curimatá (*Prochilodus lineatus*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*). **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 30(2): 109 - 116, 2004.
- MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas: Ed. ULBRA, 2001. 200p.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA. [2010]. **Produção de pescado aumenta 25%**. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/nt_AGO_19-08-Producao-de-Pescado-aumenta>. Acesso em: 25 set. 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirement of Fish**. Washington: National Academy Press, 1993. 115p.
- NAVARRO, R.D. Suplementação de vitaminas E e C para tilápias do Nilo (*Oreochromis*

- niloticus). 2008. 50f. **Tese** (Doutorado em Nutrição Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- NAVARRO, R.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L.; MATTA, S.L.P.; SOUZA, M.A. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piaçu (*Leporinus Macrocephalus*) em fase pós-larval. *Acta Scient Zootech*, v.29, p.109-114, 2007.
- NAVARRO, R.D.; MALDONADO, I.R.S.C.; MATTA, S.L.P.; et.al. Associação do nível de energia digestível no comprimento total, peso das gônadas e índice gonadossomático de fêmeas de Piaçu ("*Leporinus macrocephalus*", SPIX 1829) em estágio pós-larval. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, p 242-251, 2010.
- NG, W.; WANG, Y. Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. **Aquaculture**, v.314, p. 122–131, 2011.
- PARRA, J.E.G.; RADÜNZ NETO, J.; VEIVERBERG, C.A., et al. Alimentação de fêmeas de jundiá com fontes lipídicas e sua relação com o desenvolvimento embrionário e larval. **Ciência Rural**, vol.38, no7, p.2011-2017, 2008.
- PARRA, J.E.G.; RADÜNZ NETO, J.; VEIVERBERG, C.A.; LAZZARI, R.; BERGAMIN, G.T.; CORRÊIA, V.; FERREIRA, C.C.; FERREIRA, F.W. Desempenho reprodutivo de fêmeas de jundiá alimentadas com diferentes fontes protéicas. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 226, p. 256. 2010.
- PEREIRA, T.S.; FABREGAT, T.H.P.; FERNANDES, J. B. K.; BOSCOLO, C. N.; CASTILLO, J.D.A.; KOBERSTEIN, T.C.R.D. Selênio orgânico na alimentação de matrizes de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*. Maringá, v. 31, n.4, p. 433-437, 2009.
- QUINTERO, H.E.; DURLAND, E.; DAVIS, ALLEN DAVIS, D.; DUNHAM, R. Effect of lipid supplementation on reproductive performance of female channel catfish, *Ictalurus punctatus*, induced an strip-spawned for hybridization. **Aquaculture nutrition**, v. 17, p. 117-119, 2011.
- REIDEL, A., BOSCOLO, W.R., FEIDEN, A., et al. The effect of diets with different levels of protein and energy on the process of final maturation of the gametes of *Rhamdia quelen* stocked in cages. **Aquaculture**, vol. 298, p. 354–359, 2010.
- RIGHETTI, J.S.; FURUYA, W.M.; CONEJEIRO, C.I.; GRACIANO, T.S.; VIDAL, L.V.O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.3, p.469-476, 2011.
- ROY, A.; MOLHAN, M. F. A. Effects of different dietary levels of vitamin E on the ovarian development and breeding performances of *Clarias batrachus* (Linnaeus). **J. Bangladesh Agril. Univ.**, 7(1): 183–191, 2009.
- RURANGWA, E., KIME, D. E., OLLEVIER, F., et al. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, vol. 234, p. 1–28, 2004.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.
- SARGENT, J.R., D. TOCHER, AND J.G. BELL. 2002. The lipids. Pages 181-257. In J.E. Halver, and R.W. Hardy, **Fish nutrition**. Academic Press, Amsterdam, AM, The Netherlands.
- SINK, T.D.; LOCHMAN, R.T.; POHLENZ, C.; BUENTELLO, A.; GATLIN III, D. Effects of dietary protein source and protein–lipid source interaction on channel catfish (*Ictalurus punctatus*) egg biochemical composition, egg production and quality, and fry hatching percentage and performance. **Aquaculture**. v. 298, p. 251–259, 2010.

- SINK, T.D.; LOCHMAN, R.T. Effects of dietary lipid source and concentration on channel catfish (*Ictalurus punctatus*) egg biochemical composition, egg and fry production, and egg and fry quality. **Aquaculture**. v.283, p.68–76, 2008.
- TACON, P.; NDIAYE, P.; CAUTY, C. et al. Relationships between the expression of maternal behavior and ovarian development in the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.146, p.261–275, 1996.
- TESSARO, L; TOLEDO, C.P.R.; NEUMANN, G.; et al. Growth and reproductive characteristics of *Rhamdia quelen* males fed on different digestible energy levels in the reproductive phase. **Aquaculture**, v. 326-329, p. 74–80, 2012.
- TSADIK, G.G.; BART, A.N. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 272, p. 380–388, 2007.
- WATANABE, T.; VASSALO-AGIUS, R. Broodstock nutrition research on marine finfish in japan. **Aquaculture**, v.227, p.35–61, 2003.
- ZANIBONI FILHO, E. **Piscicultura das espécies exóticas de água doce**. In: POLO, C. R. et 13 al. (Org.). *Aquicultura: Experiências Brasileiras, Multitarefa*, 2003. p. 3

3 CRESCIMENTO E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE FÊMEAS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA DIGESTÍVEIS

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito entre os diferentes níveis de proteína (PD) e energia digestíveis (ED) sobre o crescimento e o desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram avaliadas nove rações a partir da combinação entre três níveis de PD (28, 34 e 40%) e três níveis de ED (2.800, 3.400 e 4.000 kcal.kg ração⁻¹) com três repetições. Os peixes foram estocados em tanques-rede distribuídos em tanque escavado sob condições naturais. Diariamente verificou a temperatura e semanalmente o pH e oxigênio dissolvido. Os animais foram submetidos a um manejo reprodutivo com dez dias de descanso e quatro dias de acasalamento, com 3 fêmeas para 1 macho durante 260 dias (setembro de 2010 a abril de 2011). As fêmeas foram avaliadas, a cada 14 dias, quanto ao peso médio, comprimento padrão, ganho de peso, fator de condição, taxa de crescimento específico, conversão alimentar e sobrevivência. Quanto ao desempenho reprodutivo, verificaram-se os parâmetros de peso médio dos ovos, fecundidade absoluta, fecundidade relativa e peso médio das larvas no momento da eclosão. Para isso, após o período de acasalamento, foi realizada coleta de ovos da cavidade bucal que foram submetidos a incubação artificial. Uma amostra de matrizes foi dissecada para mensuração dos índices víscerosomático, hepatossomático e gonadossomático. A qualidade da água permaneceu dentro dos níveis ideais para a espécie, porém a temperatura manteve-se abaixo do recomendado para reprodutores. As rações testadas mostraram influência no crescimento das fêmeas ($p < 0,05$) ao longo do período experimental, assim como para o índice viscerossomático no mês de coleta ($p < 0,05$). Para os aspectos reprodutivos, as matrizes não apresentaram maior produção de ovos de acordo com os tratamentos ($p > 0,05$). Porém, sofreram efeito dos níveis energéticos para fecundidade relativa ($p < 0,05$) e dos níveis protéicos para peso dos ovos e das larvas no momento da eclosão ($p < 0,05$). Rações contendo 28% de proteína digestível e 2.800 kcal de energia digestível.kg de ração⁻¹ podem ser fornecidas para reprodutores de tilápia do Nilo promovendo boa produção de ovos.

Palavras-chave: coleta de ovos, fêmeas, incubação, nutrição, *Oreochromis niloticus*

Abstract: The goal of this study was to evaluate the effects of different levels of digestible protein (DP) and energy (DE) over growth and breeding performance in females of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Nine food formulae were evaluated using a combination of

three DP levels (28, 34 and 40%) and three DE levels (2,800, 3,400 and 4,000 kcal.kg⁻¹) in three repetitions. Fish were kept in net cages along a naturally carved tank. Temperature was measured daily while pH and dissolved oxygen values were taken weekly. The breeding management was carried out in 260 days (September 2010 to April 2010) using a sex ratio of 3 females: 1 male with ten days of resting and four days of mating. Mean weight, standard length, weight gain, condition factor, specific growth rate, feed conversion and survival rate were evaluated in females each 14 days. As for breeding performance, the analyzed parameters were: mean egg weight, absolute fecundity, relative fecundity and mean larval weight at hatching. For that, eggs were collected from oral cavity after mating for subsequent artificial incubation. A broodstock sample was dissected to measure visceral-somatic, hepatosomatic and gonadosomatic indexes. Water quality remained adequate to maintain this fish species, but temperature was lower than that recommended for broodstock. The tested food formulae influenced female growth ($p < 0.05$) throughout the experimental period, as well as the visceral-somatic index in the selected month ($p < 0.05$). In relation to reproductive features, the egg production was unaffected by treatments ($p > 0.05$). Nonetheless, energy levels affected relative fecundity of females ($p < 0.05$) and protein levels influenced egg weight and larval weight at hatching ($p < 0.05$). Therefore, food formulae comprising 28% of digestible protein and 2.800 kcal of digestible energy.kg of food⁻¹ might be supplied to broodstock of Nile tilapia determining adequate egg production.

Keywords: egg collection, females, incubation, nutrition, *Oreochromis niloticus*

3.1 Introdução

Bons índices zootécnicos estão estreitamente relacionados ao correto manejo nutricional em piscicultura (HALVER & HARDY, 2002). A alimentação adequada é de primordial importância para os peixes reprodutores (BHUIJEL et al., 2007; TSADIK e BART, 2007). A limitação na qualidade ou quantidade de nutrientes pode induzir a índices produtivos insatisfatórios, impedindo o início da vitelogênese (HARVEY & CAROLSFELD, 1993), influencia na composição química dos ovos (IZQUIERDO et al., 2001) e ainda existem hipóteses de que podem refletir no desenvolvimento inicial dos peixes e fases futuras (BOMBARDELLI et al., 2009; IZQUIERDO et al., 2001).

A determinação das necessidades qualitativas e quantitativas dos nutrientes essenciais na dieta é de fundamental importância para a adequada formulação de rações para peixes (CYRINO et al., 2004). As proteínas exercem papel central na estrutura e funcionamento do organismo (HALVER & HARDY, 2002), sua ingestão é necessária para atender às exigências de manutenção e produção (FURUYA, 2010). Da mesma forma que é importante o teor de energia na dieta para peixes, pois a sua deficiência ou excesso pode reduzir nas taxas de crescimento (NRC, 1993). Uma mistura equilibrada de energia: proteína na dieta é imprescindível (WATANABE & VASSALO-AGIUS, 2003), e suas exigências mudam de acordo com a fase fisiológica do animal (FURUYA, 2010), o que de fato comprova a necessidade de estudos para reprodutores, uma vez que seu desequilíbrio pode resultar em prejuízos e perdas econômicas no cultivo (CYRINO et al., 2000).

Apesar das investigações nesta área acumularem décadas de conhecimentos (AFONSO et al., 1993), ainda hoje se apresenta escassas informações a despeito de nutrição de reprodutores, quando comparadas com outras espécies zootécnicas, onde a tecnologia já atingiu um estágio de controle na formação e manipulação de rações balanceadas (CYRINO et al., 2004), e/ou da influência desta alimentação na qualidade de proles (IZQUIERDO et al., 2001). Ainda, especialmente na tilapicultura, tem havido mudanças gradual no seu cultivo (EL-SAYED, 2006), o que criou uma maior demanda pelos piscicultores por alevinos em quantidade e qualidade (LUPATSCH et al., 2010).

Embora essa área tenha sido reconhecida e descrita (KHAN et al., 2005; TSADIK e BART 2007; LUPATSCH et al., 2010), ainda é indispensável a obtenção de resultados produtivos satisfatórios para reprodutores. Nessas condições, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito entre os diferentes níveis de proteína e energia digestíveis sobre o crescimento e o desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia da Reprodução de Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC) da UNIOESTE, instalado no Instituto de Pesquisa em Aquicultura Ambiental (InPAA). Os procedimentos experimentais foram conduzidos conforme protocolo n°: 07/2010, aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e Aulas Práticas da Unioeste (CEEAAP/Unioeste). O período experimental foi de 260 dias entre os meses de setembro de 2010 a maio de 2011.

Foram utilizadas 567 matrizes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem Tailandesa com peso inicial médio de $95,2 \pm 15,6$ g e comprimento inicial médio de $14,0 \pm 0,7$ cm e 189 machos com peso inicial médio de $168,8 \pm 37,7$ g e comprimento inicial médio de $16,9 \pm 1,1$ cm. As fêmeas e os machos foram alojados separadamente em 27 “hapas” com dimensões de 3mX2mX1m (malha 1x1mm) e 27 “hapas” com dimensões 2mX1mX1m (malha 3x1mm). Para garantir a atividade reprodutiva, utilizou-se uma relação de 1:3 entre macho e fêmea.

Os “hapas” foram distribuídos aleatoriamente em três viveiros escavados (20mX10m), sob condições naturais de temperatura e fotoperíodo, em um delineamento experimental em blocos casualizados, em estrutura bifatorial (3 níveis de proteína x 3 níveis de energia) composto por nove tratamentos e três repetições cada. Foi considerado como unidade experimental um “hapa” de 3mX2mX1m (malha 1x1mm) de densidade de $4,6$ animais.metro⁻² composta por 21 fêmeas e 7 machos em acasalamento.

Os tratamentos foram constituídos por nove rações experimentais combinando três níveis de proteína digestível (PD) (28, 34, 40% de PD) e três níveis de energia digestível (ED) (2.800, 3.400, 4.000 kcal de ED.kg de ração⁻¹) (Tabela 1). As rações foram formuladas no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do curso Superior de Tecnologia em Aquicultura – UFPR *Campus* Palotina.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e nutricional das rações experimentais fornecida aos reprodutores de tilápia contendo níveis diferentes de proteína e energia digestível.

Ingredientes (%)	Nível de proteína digestível (%)								
	28			34			40		
	Nível de energia digestível (kcal ED.kg de ração)								
	2800	3400	4000	2800	3400	4000	2800	3400	4000
Farelo de soja	52,92	44,06	46,27	68,57	62,55	63,37	83,99	58,25	26,06
Milho moído	30,31	32,86	19,52	13,90	15,94	3,00	0,00	5,00	1,00
Farinha de peixe	5,00	12,76	13,13	6,22	11,44	13,02	0,29	30,20	60,81
Inerte	5,24	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
Glúten de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,38	0,00	0,00
Premix ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fosf. bicálcico	1,92	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	2,84	0,00	0,00
Óleo de soja	1,00	6,70	17,45	0,50	6,56	17,10	0,00	3,04	8,62
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,10	0,10	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nutrientes calculados (%)									
Ácido linoléico	1,50	4,57	10,14	1,03	4,30	9,75	0,67	2,18	4,90
Amido	26,02	26,42	18,41	17,91	18,37	10,42	11,94	10,98	4,14
Cálcio	1,10	1,28	1,32	1,09	1,22	1,36	1,0	2,86	5,46
Gordura	3,34	10,22	20,60	2,83	9,67	20,04	1,36	8,97	19,04
Fósforo total	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,06	1,92	3,30
Proteína bruta	31,26	31,19	31,25	37,98	37,93	37,97	44,49	44,54	44,31
Proteína digestível	28	28	28	34	34	34	40	40	40
Energia digestível ³	2800	3400	4000	2800	3400	4000	2800	3400	4000
Fibra	2,71	2,64	2,01	2,21	2,18	1,54	1,88	1,53	0,62

¹Suplemento vitamínico e mineral, composição básica: ácido fólico: 200mg, ácido pantotênico: 4.000mg; Biotina: 40 mg; Cobre: 2.000mg; Ferro: 12.500mg; Iodo:200mg; Manganês: 7.500mg; Niacina: 5.000mg; Selênio:70mg; Vitamina A: 1.000.000UI; Vitamina B1: 1.900mg; Vitamina B12: 3.500mg; Vitamina B2: 2.000mg; Vitamina B6: 2.400mg; Vitamina C: 50.000mg; Vitamina D3: 500.000UI; Vitamina E: 20.000UI; Vitamina K3: 500mg; Zinco:25.000mg. ²Antioxidante. ³ Kcal de ED . kg de ração⁻¹.

Os ingredientes utilizados para a confecção das rações foram previamente triturados em moinho tipo martelo com peneira 0,5 mm. Em seguida, foram avaliados quanto a sua composição centesimal e finalmente as rações foram formuladas e processadas de forma peletizada com peletes de 3mm (MEURER et al., 2003a; BOMBARDELLI et al., 2010). Para garantir a qualidade das rações, estas foram armazenadas sob-refrigeração ($\pm 5^{\circ}\text{C}$).

Os animais foram alimentados, durante todo o período experimental, diariamente, duas vezes ao dia, às 10h:00min. e às 16h:00min, com uma taxa de arraçoamento de 1,5% biomassa.dia⁻¹. A taxa de arraçoamento foi corrigida a cada 14 dias, por meio de biometria total dos animais contidos em cada uma das unidades experimentais (adaptado de BOMBARDELLI et al., 2009).

Diariamente, pela manhã (10h:00min) e pela tarde (16h:00 min), foi mensurada amplitude térmica da água por meio de um termômetro de mercúrio com precisão de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

Semanalmente foram mensurados os teores de oxigênio dissolvido da água (oxímetro YSI® 550A) e o pH da água (pH-metro Tecnal®) ambos às 6:00 e às 16:00 horas.

Durante o período experimental, empregou-se um período de descanso reprodutivo de dez dias e quatro dias de acasalamento (adaptado de BOMBARDELLI et al., 2009). Os reprodutores foram alimentados normalmente e ao término deste período os peixes foram submetidos à coleta total dos ovos.

Para a coleta dos ovos fertilizados das fêmeas acasaladas de cada “hapa”, foi utilizado um tanque de coleta de ovos de 500L contendo duas redes. A rede inferior (tecido de algodão) foi utilizada para contenção dos ovos que eventualmente seriam liberados pelas fêmeas que apresentassem em atividade de incubação bucal. Uma rede de multifilamento (malha 10mm) foi sobreposta a rede de algodão para contenção dos reprodutores e para impedir choque mecânico entre os peixes e os ovos. Durante este procedimento, foi realizada a lavagem de todos os “hapas” (HUCHETTE; BEVERIDGE, 2003), mensurados o peso e o comprimento dos peixes de ambos os sexos, por meio de balança digital de precisão $\pm 0,01\text{g}$ (MARTE® AS2000C) e ictiômetro de precisão $\pm 0,1$ cm. Em seguida, os reprodutores foram novamente separados em seus respectivos “hapas”, para novo descanso reprodutivo. Este procedimento foi repetido por 260 dias.

Foram mensurados o volume total de ovos produzidos em cada “hapa” e amostras de 1,0mL dos ovos foram fixados em solução de formol a 4% (EL-SAYED et al., 2003; EL-SAYED et al., 2005). Os ovos fixados foram submetidos à mensuração do peso ($n > 100$) em balança analítica ($\pm 0,0001\text{g}$; MARTE® AY 220), do diâmetro médio ($n = 20$) em microscópio estereoscópico dotado de ocular micrométrica (BALLESTRAZZI et al., 2003) e contados para emprego na estimativa dos parâmetros de fecundidade.

Os demais ovos foram submetidos ao processo de incubação artificial em incubadoras de polipropileno com fundo arredondado, de volume de 4,0L e instaladas em sistema de recirculação com volume total de $3,5\text{m}^3$. A temperatura da água foi controlada por meio de aquecimento elétrico e mantida em $26 \pm 1^\circ\text{C}$.

Aproximadamente dois dias após o início da incubação, quando ocorreu a eclosão dos ovos, foram retiradas amostras de 1,0mL de cada incubadora a fim de mensurar o peso das proles no momento da eclosão (EL-SAYED et al., 2003). Três dias após a eclosão, quando os animais iniciaram o processo de natação superficial (MACINTOSH & LITTLE, 1995) as proles de cada unidade experimental foram contadas.

Ao longo do período experimental foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico de peso médio final (PMf, g), comprimento padrão médio final (CPf, cm), ganho

de peso médio (GPM, g), conversão alimentar aparente (CAA), fator de condição (FC), taxa de crescimento específico (TCE, %/dia) e sobrevivência (SOB, %). No mês de setembro de 2010 duas matrizes de cada unidade experimental foram anestesiadas pela imersão em solução de benzocaína (250 mg.L^{-1}) e eutanasiadas por meio de deslocamento da coluna cervical (CFMV, 2008). Em seguida foi mensurado o peso corporal e os animais foram submetidos a dissecação para mensuração do peso das vísceras, do peso do fígado e do peso das gônadas por meio de balança digital de precisão $\pm 0,01 \text{ g}$ (Marte® AS2000C). Em seguida foram calculados os índices viscerossomático, hepatossomático e gonadossomático (BOMBARDELLI et al., 2009; BOMBARDELLI et al., 2010; NG et al., 2011).

Ainda, foram avaliados os parâmetros de desempenho reprodutivo de peso médio dos ovos (PMo, mg), diâmetro médio dos ovos (DMo, mm), fecundidade absoluta (FA, número de ovos/fêmea acasalada), fecundidade relativa (FR, número de ovos/grama fêmea acasalada) e peso médio das larvas no momento da eclosão (PML, mg).

Os resultados foram submetidos ao teste de regressão múltipla em superfície de resposta codificada, para interpretação dos valores de “P” e eliminação da multicolinearidade, através protocolo de modelos lineares generalizados. Em caso de efeito para o mês, os tratamentos foram submetidos à decodificação para obtenção das equações representativas do melhor mês de acordo com a variável estudada (QUIN & KEHOUG, 2002).

Para os índices somáticos utilizou o teste de regressão em superfície de resposta de acordo com o mês de coleta dos dados. Ambas as análises mantiveram um nível de 5% de significância. Para o parâmetro de peso médio das larvas no momento da eclosão, os meses de setembro/outubro de 2010 e maio de 2011 foram retirados da análise por não apresentar número mínimo de repetição. Pelo mesmo motivo, dos demais parâmetros excluíram-se apenas os meses de setembro de 2010 e maio de 2011 (GOTELLI, 2004).

O software utilizado para realização dos procedimentos e análises estatísticas foi o Statistica 7.0®.

3.3 Resultados

Os parâmetros físicos e químicos da água, verificados ao longo do experimento, não apresentaram efeito ($p > 0,05$). Os valores de máxima e mínima para temperatura foram de $25,11 \pm 1,75^\circ\text{C}$ e $23,43 \pm 1,76^\circ\text{C}$, respectivamente, oxigênio dissolvido com $6,07 \pm 0,31 \text{ (mg.L}^{-1}\text{)}$ e $4,08 \pm 0,19 \text{ (mg.L}^{-1}\text{)}$ e o pH entre $8,37 \pm 0,08$ e $7,76 \pm 0,25$. Os valores médios de cada

parâmetro verificado da água encontram-se na Figura 1.

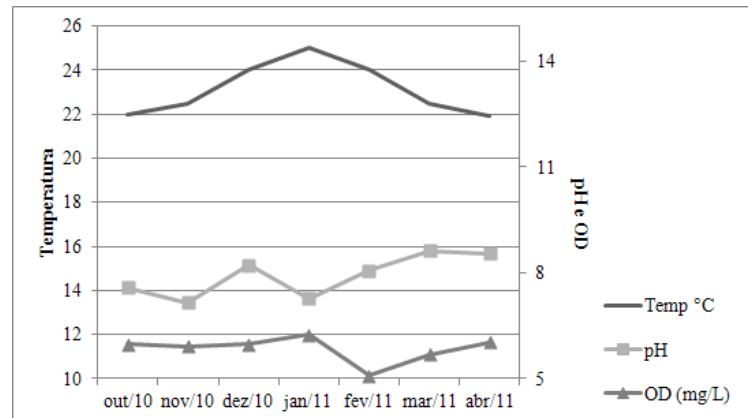


Figura 1. Valores médios da temperatura (Temp, °C), pH e oxigênio dissolvido (OD, mg.L⁻¹) da água, para os reprodutores de tilápia durante o período experimental

A partir do modelo estatístico utilizado, os parâmetros de crescimento das matrizes foram avaliados ao longo do período experimental, sem considerar os tratamentos. O peso médio e o crescimento padrão das fêmeas de tilápia do Nilo cresceram de maneira linear ($p < 0,05$), à medida que aumentou o período experimental. A maior faixa de peso médio e consequentemente o maior comprimento padrão foram observados no mês de abril de 2011 (Figura 2 e 3).

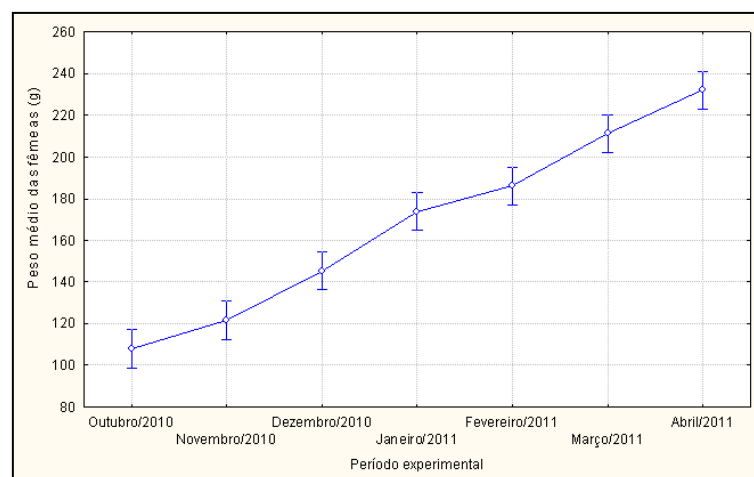


Figura 2. Peso médio das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

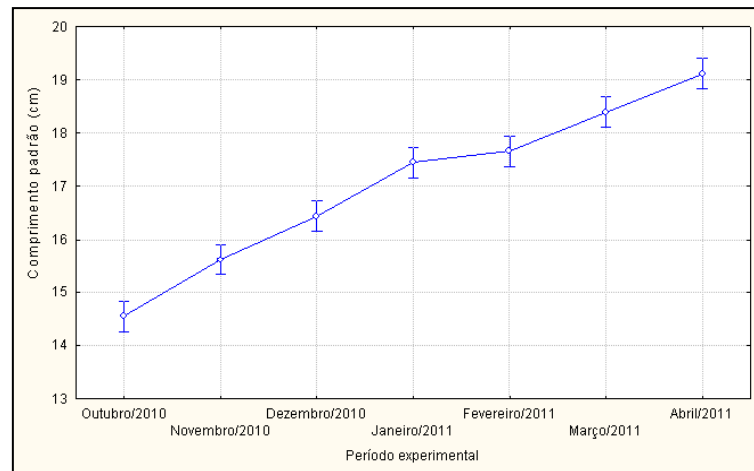


Figura 3. Comprimento padrão das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

Diferente do peso médio e do comprimento padrão das fêmeas, as médias de ganho de peso mostraram efeito ($p < 0,05$) durante o mês de março de 2011 apresentando os maiores valores independente do tratamento utilizado (Figura 4).

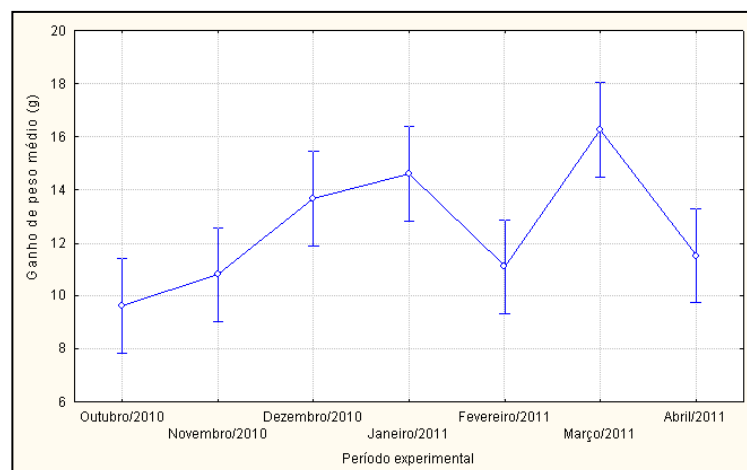


Figura 4. Ganho de peso das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

No primeiro mês do período experimental (outubro de 2010) as fêmeas já apresentaram efeito para a taxa de crescimento específico e manteve o mesmo comportamento que o ganho de peso no mês de fevereiro de 2011 (Figura 5).

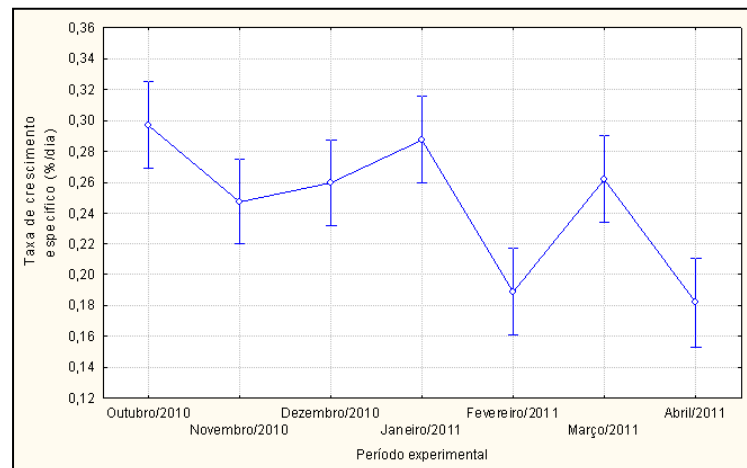


Figura 5. Taxa de crescimento específico das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

A conversão alimentar aparente sofreu influência do mês ($p < 0,05$) apresentando-se menores valores durante os meses de outubro, novembro e dezembro (Figura 6). Este mesmo parâmetro mostrou-se inverso para o mês de maior ganho de peso e taxa de crescimento específico (fevereiro de 2011).

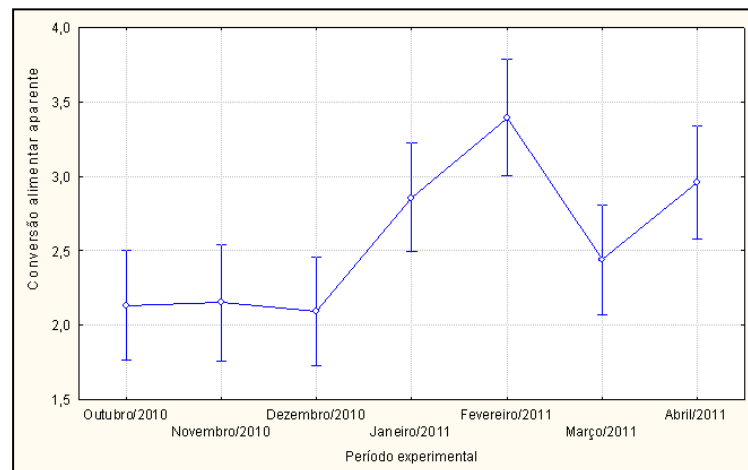


Figura 6. Conversão alimentar das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

A sobrevivência do lote de matrizes não apresentou diferença entre meses de estudo ($p > 0,05$) bem como o fator de condição mostrou-se indiferente ao longo do período experimental ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Quanto à produção de ovos, houve um aumento no número total de ovos produzidos por

unidade experimental, destacando o mês de janeiro de 2011 e fevereiro do mesmo ano (Figura 7). Esta produção coincide com os menores valores de ganho de peso e de conversão alimentar pelas matrizes.

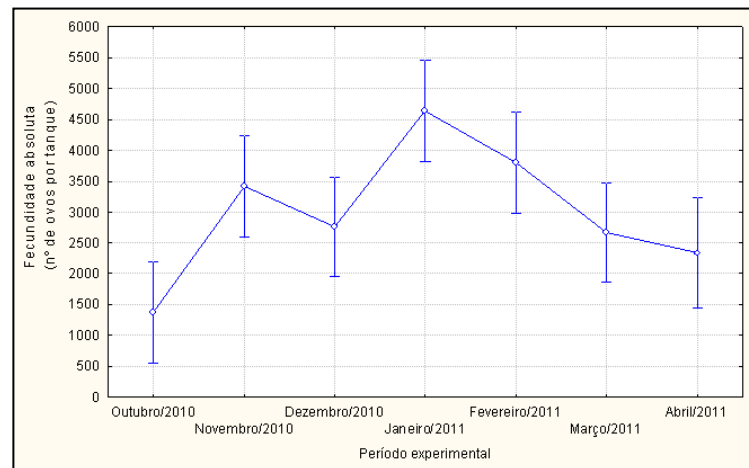


Figura 7. Fecundidade absoluta das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

Os resultados de fecundidade mostram dois picos de produção de ovos nos meses novembro e fevereiro (Figura 8).

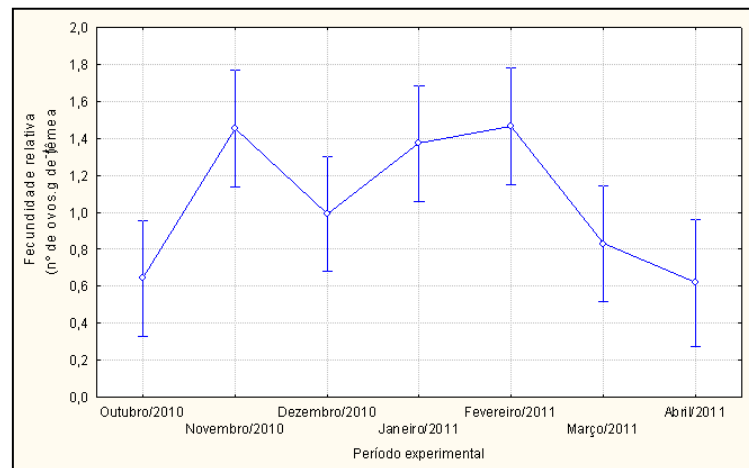


Figura 8. Fecundidade relativa das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

Com relação ao desempenho reprodutivo peso médio dos ovos, foi observado efeito linear ($p < 0,05$) durante o período do experimento mostrando-se maior valor no mês de março de 2011 (Figura 9).

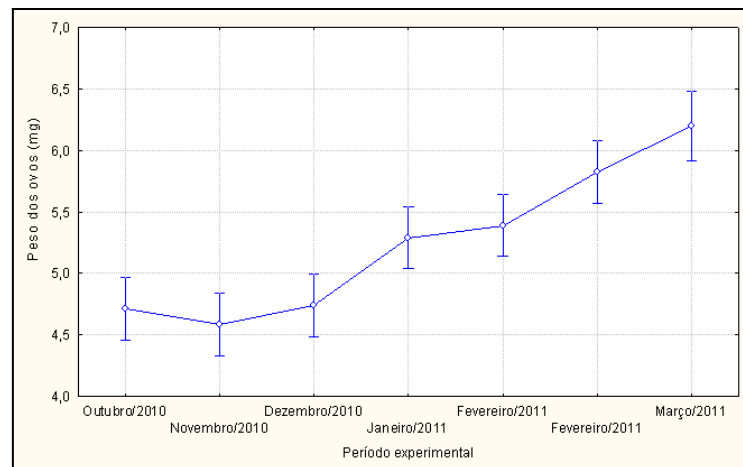


Figura 9. Peso médio dos ovos das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

Conforme a figura 10, o peso das larvas no momento da eclosão foi afetado linearmente pelo período de produção ($p < 0,05$).

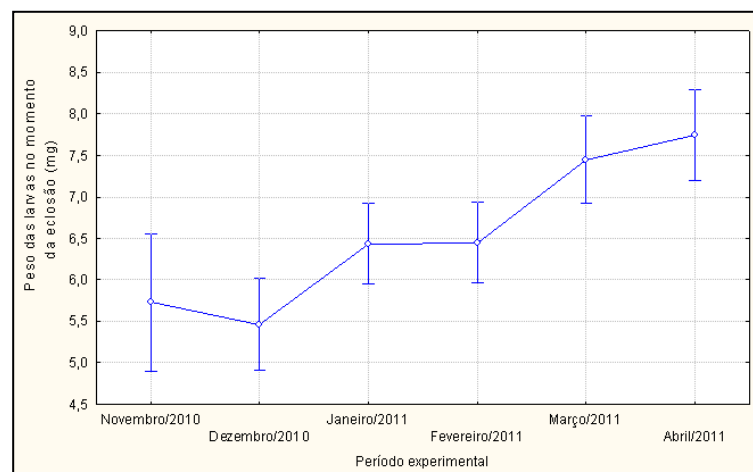


Figura 10. Peso das larvas no momento da eclosão das fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis ao longo do período experimental

No que dizem respeito ao crescimento das fêmeas, os tratamentos influenciaram ($p < 0,05$) de modo semelhante para os parâmetros de peso médio, comprimento padrão e ganho de peso e diferente na taxa de crescimento específico das fêmeas de tilápia do Nilo (Tabela 2).

Tabela 2. Crescimento de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis

Item	Nível de proteína digestível (%)									P-mês	P*
	28			34			40				
	Nível de energia digestível (kcal ED.kg de ração ⁻¹)										
	2800	3400	4000	2800	3400	4000	2800	3400	4000		
PM (g)	188,73	226,87	203,88	175,94	220,92	255,22	176,39	258,64	263,27	0,00 ³	0,00 ²
GPM (g)	14,58	15,40	14,17	10,28	17,51	19,20	11,12	19,52	12,19	0,00 ³	0,00 ²
CP (cm)	17,69	18,95	18,24	17,06	18,90	19,78	17,15	19,83	19,73	0,00 ³	0,00 ²
TCE (%/dia)	0,29	0,31	0,24	0,27	0,24	0,35	0,27	0,27	0,27	0,00 ³	0,00 ¹
FC	0,36	0,19	0,20	0,05	0,20	0,42	0,08	0,09	0,12	0,58	0,49
CAA	2,95	2,12	3,74	4,06	3,39	4,09	2,92	3,41	2,42	0,00 ³	0,41
SOB (%)	99,89	99,85	99,77	99,88	99,49	99,29	99,71	99,85	99,38	0,14	0,71

P-mês: valor para interpretação dos parâmetros ao longo do período experimental; *P: valor para interpretação dos parâmetros quanto ao tratamento; ¹Efeito quadrático da energia digestível; ²Efeito combinado entre proteína e energia digestível; ³Efeito do mês durante o período experimental. PM: peso médio; GPM: ganho de peso médio; CP: comprimento padrão médio; FC: fator de condição; TCE: taxa de crescimento específico; UNI: uniformidade do lote; SOB: sobrevivência.

A partir dos resultados referentes ao período experimental, citados acima, foi verificado o efeito dos tratamentos sobre as variáveis em estudo de acordo com o melhor mês representado.

Quanto ao crescimento das fêmeas, no mês de abril de 2011 os níveis de proteína e energia digestíveis apresentaram efeito interativo ($p < 0,05$) para os parâmetros de peso médio e comprimento padrão (Tabela 2). Os níveis de mínimo (28%) e máximo (40%) da PD para o peso médio das fêmeas equivalem a 3.518,51 e 3.946,09 kcal de ED.kg de ração⁻¹, respectivamente (Figura 11). Enquanto para o comprimento padrão os extremos da PD estudada equivalem a 3511,12 e 3893,52 kcal de ED.kg de ração⁻¹ (Figura 12).

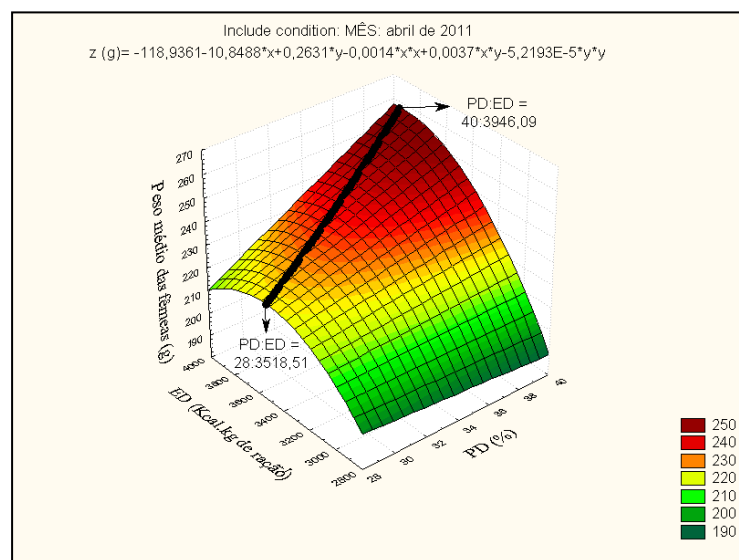


Figura 11. Pontos de máximo e mínimo do peso médio de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis

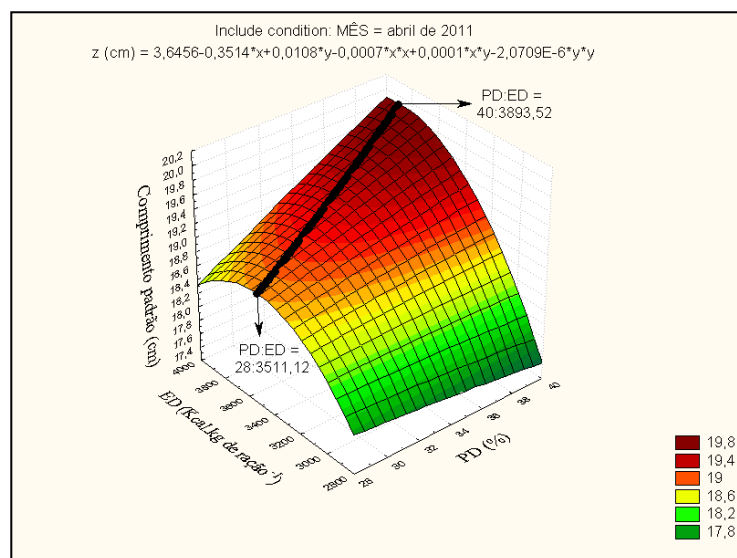


Figura 12. Pontos de máximo e mínimo do comprimento padrão de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis

Do mesmo modo, foi observado influência dos tratamentos para o ganho de peso ($p < 0,05$). À medida que se aumenta o nível de PD (28 a 40%) a ED também cresce de 3.494,15 a 3.809,5 de ED.kg de ração⁻¹, mantendo uma relação de 9,52 e 12,48 kcal.g de proteína⁻¹ de máxima e mínima, respectivamente, para o ganho de peso (Figura 13).

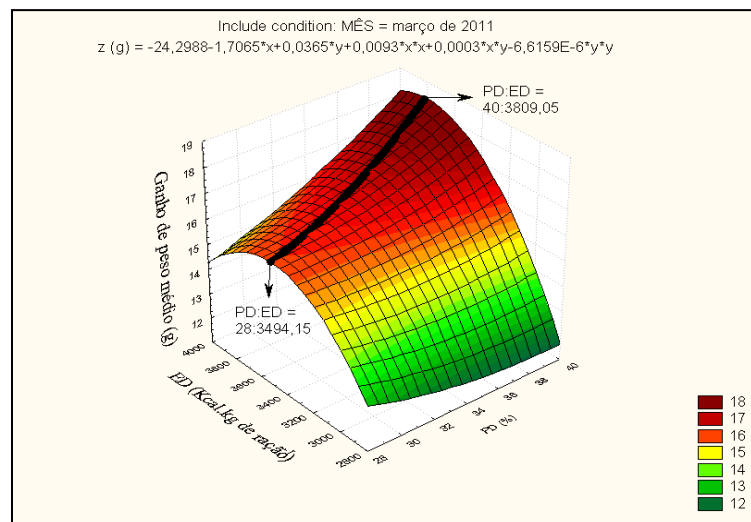


Figura 13. Pontos de máximo e mínimo do ganho de peso de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis

O crescimento específico das matrizes foi influenciado apenas pelos níveis de energia das rações ($p < 0,05$), apresentando um comportamento quadrático dos resultados (Figura 14), com melhor desempenho teórico verificado para rações contendo 3.509,71kcal de ED.kg de ração⁻¹ de energia digestível com 28% de proteína digestível.

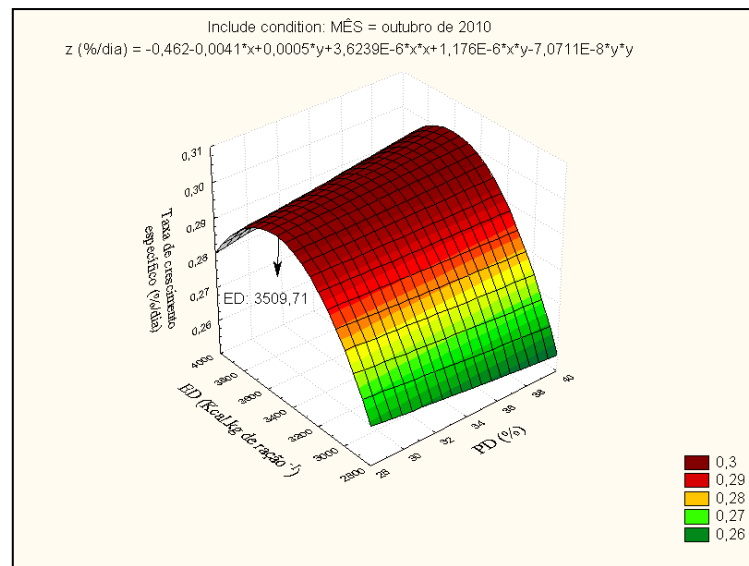


Figura 14. Taxa de crescimento específico de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis

Os índices gonadossomático e hepatossomático não foram influenciados ($p>0,05$) (Tabela 3). O índice viscerossomático das matrizes foi influenciado ($p<0,05$) apenas pelos níveis de energia das rações, apresentando maiores valores teóricos para as rações contendo 4.000kcal de ED.kg de ração⁻¹, promovendo índices de 5,4 (Figura 15). Este valor energético coincide com a promoção do maior peso médio, comprimento padrão e ganho de peso para as matrizes.

Tabela 3. Índices somáticos de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis

Índices	Nível de proteína digestível (%)									P
	28			34			40			
	Nível de energia digestível (kcal ED.kg de ração ⁻¹)									
	2.800	3.400	4.000	2.800	3.400	4.000	2.800	3.400	4.000	
Viscerossomático	4,52	3,91	5,67	4,2	4,61	5,04	3,91	3,89	5,09	0,04 ¹
Gonadossomático	3,61	4,3	5,12	5,32	5,44	4,52	4,81	4,41	4,96	0,45
Hepatossomático	1,59	1,89	1,85	1,85	1,63	2,01	1,73	1,47	1,73	0,40

¹Efeito quadrático da energia digestível

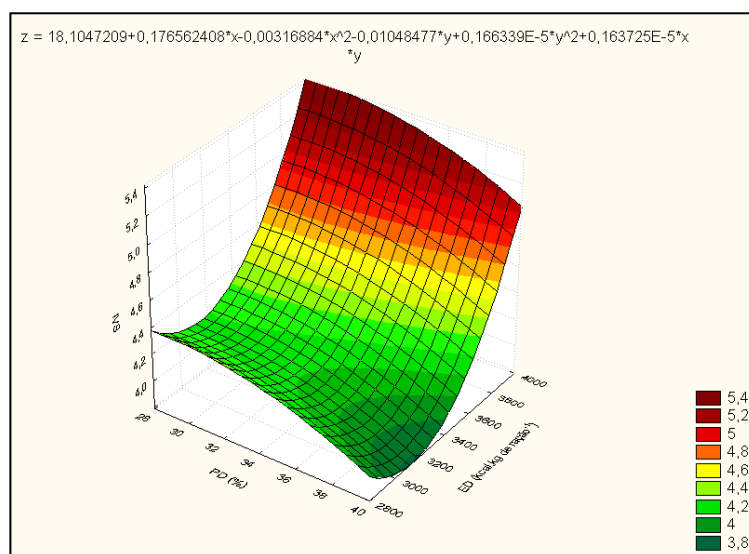


Figura 15. Índice viscerossomático de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis

No que diz respeito aos parâmetros reprodutivos, o modelo estatístico utilizado indicou que a fecundidade absoluta (número de ovos produzidos por unidade experimental), não foi influenciada pelos níveis de proteína e energia digestíveis ($p > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros reprodutivos de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis

Item	Nível de proteína digestível (%)									P- mês	P*
	28			34			40				
	Nível de energia digestível (kcal ED.kg de ração ⁻¹)										
	2.800	3.400	4.000	2.800	3.400	4.000	2.800	3.400	4.000		
PM ovos	6,42	6,25	6,75	5,82	6,24	7,46	5,83	4,98	6,23	0,00 ³	0,00 ¹⁻²
FA	5,2	3,6	5,9	4,4	4,5	4,6	3,2	6,9	4,8	0,00 ³	0,53
FR	2,44	1,70	1,53	1,57	1,35	1,19	1,96	1,28	1,70	0,00 ³	0,00 ²
PM larvas	7,62	7,33	7,96	7,05	7,31	7,90	7,58	6,83	7,43	0,00 ³	0,04 ¹

*P-valor para interpretação dos parâmetros quanto ao tratamento; ¹Efeito linear da proteína digestível; ²Efeito linear da energia digestível. ³Efeito do mês durante o período experimental. PM ovos: peso médio dos ovos, mg; FA: fecundidade absoluta, n° de ovos.tanque⁻¹ (x1000); FR: fecundidade relativa, n° de ovos.g de fêmea⁻¹; PM larvas: peso médio das larvas no momento da eclosão, mg.

A fecundidade relativa foi influenciada apenas pelos níveis de energia digestíveis das rações ($p < 0,05$), apresentando efeito linear dos resultados (figura 16), mostrando melhor número de ovos por grama de fêmea acasalada para as rações contendo 2.800 kcal de ED.kg de ração⁻¹. Esse resultado é inversamente proporcional ao crescimento das fêmeas, haja vista que rações menos densas influenciam no menor peso médio, comprimento padrão ganho de peso e taxa de crescimento específico.

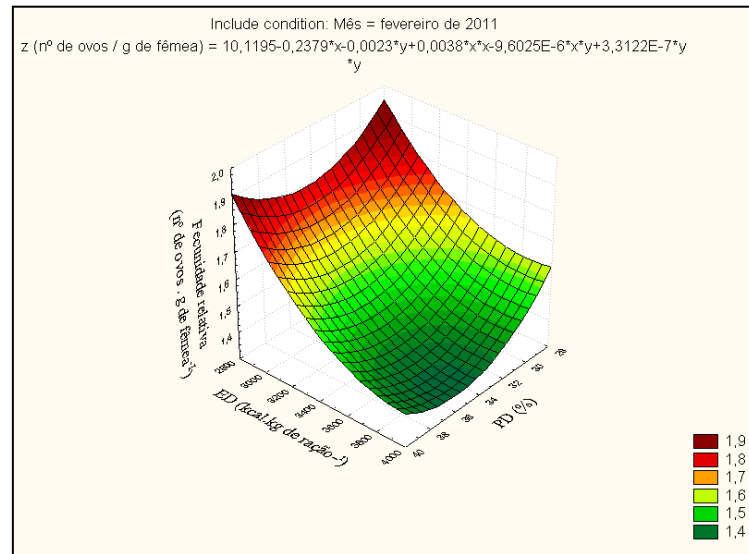


Figura 16. Fecundidade relativa de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis

O peso médio dos ovos foi influenciado pelos níveis de proteína e de energia digestíveis das rações ($p < 0,05$), apresentando efeito linear dos resultados (figura 17), atingindo peso de 6,4 mg para as rações contendo 28% de proteína ou 4.000 kcal de ED.kg de ração⁻¹.

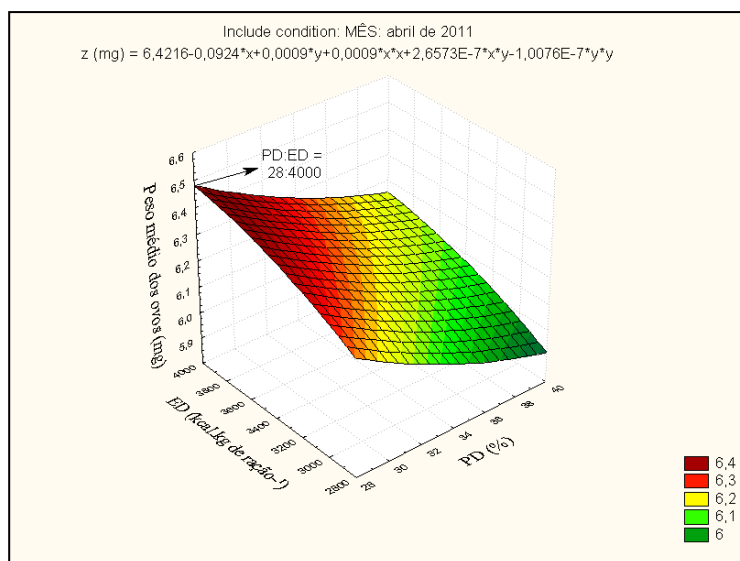


Figura 17. Peso médio dos ovos de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis

A mesma variação acontece para o peso das larvas no momento da eclosão ($p < 0,05$) apenas para o nível de proteína digestível. A Figura 18 apresenta efeito linear dos resultados para 28% de proteína digestível atingindo 7,8mg para o peso das larvas.

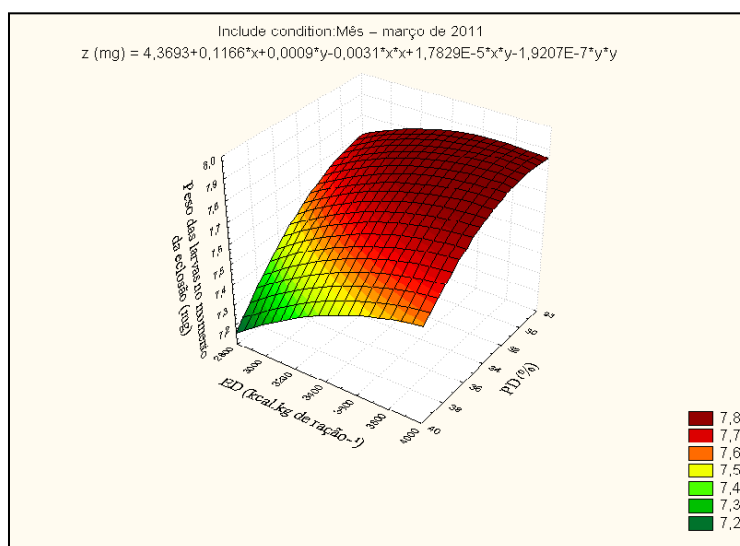


Figura 18. Peso das larvas no momento da eclosão de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína e de energia digestíveis

De forma geral, os resultados para o crescimento e o desempenho reprodutivo das fêmeas mostraram afinidade entre si durante o período experimental (outubro de 2010 a abril

de 2011) e aos níveis de proteína e energia digestíveis utilizados.

3.4 Discussão

Os parâmetros de qualidade de água permaneceram ideais para o desempenho da espécie (KUBITZA, 2000), porém a temperatura máxima observada ($25,11 \pm 1,75^\circ\text{C}$) está abaixo do recomendado para reprodutores (BHUJEL, 2000; EL-SAYED, 2003). Os valores de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) encontram-se em concentrações adequadas para o desempenho reprodutivo (LITTLE & HULATA, 2000) diferentemente, dos valores médios do pH que, ainda, não são esclarecidos para reprodutores de tilápia do Nilo (BHUJEL, 2000).

Os resultados de crescimento em peso e comprimento e em ganho de peso das matrizes de tilápia do Nilo ao longo do período reprodutivo foram esperados vistos às condições de criação impostas (BHUJEL et al., 2001). Apesar do crescimento das matrizes terem sido linear ao longo do tempo, o ganho de peso apresentou redução de suas taxas no mês de fevereiro devido a intensa atividade reprodutiva das fêmeas neste período. O mesmo é observado para a taxa de crescimento específico nesta fase.

Esta hipótese pode ser corroborada pelos resultados de conversão alimentar verificados para o mesmo período, onde se verificou os maiores índices para este parâmetro, período este que as fêmeas reduzem a ingestão de alimento devido ao comportamento de proteção das proles (NG et al., 2011).

Poucos trabalhos relatam os resultados referentes às fecundidades absolutas e relativas da tilápia do Nilo, sob as condições de criação no oeste do Paraná. Os picos produtivos verificados nos meses de novembro e fevereiro estão relacionados com o grau de sincronia existente entre as matrizes de cada unidade experimental (TSADIK, 2008).

A relação entre peso dos ovos e peso da larva ao nascimento está relacionada com estratégia biológica de produzir proles mais fortes no final do pico reprodutivo para compensar a redução da fecundidade.

A combinação entre os maiores níveis de proteína e energia digestíveis (40% e $3946,09 \text{ kcal.kg de ração}^{-1}$) levou as fêmeas a atingirem seu maior tamanho mostrando uma relação ED:PD de $9,86 \text{ kcal.g de PD}^{-1}$. Para as fêmeas que apresentaram o menor peso médio final, necessitaram de uma relação de $12,57 \text{ kcal.g de PD}^{-1}$. Alguns trabalhos indicam que a relação entre energia e proteína é ótima para peixes quando se situa entre 6,9 e $10,2 \text{ kcal ED.g de PB}^{-1}$ ou de PD^{-1} (ABMOARDI, 2004), logo, a relação existente para o maior nível de PD, neste

trabalho, está dentro do padrão para o crescimento tilápia (NRC, 1993).

Estudos relacionados com a variação dos níveis de proteína em rações isoenergéticas para matrizes de tilápia, mostraram o crescimento linear conforme o aumento deste nutriente (GUNASEKERA et al., 1996; GUNASEKERA et al., 1997; EL-SAYED et al., 2003). A proteína, quando não utilizada para síntese protéica é desviada para a deposição na forma de energia, lipogênese ou gliconeogênese (SAMPAIO et al., 2000; COTAN et al., 2006). Todavia, Bombardelli et al. (2009) utilizando rações isoprotéicas e variando apenas o nível energético de rações para fêmeas de tilápia (2700 à 3700 kcal.kg de ração⁻¹), mostraram que o tamanho individual das matrizes não foi afetado.

O crescimento das matrizes está relacionado com o sustento que a energia digestível fornece para catabolizar a proteína e os lipídeos provenientes da dieta (EL-SAYED & KAWANNA, 2008). Porém, o fornecimento excessivo de lipídeos leva à deposição de gordura na cavidade abdominal (MEURER et al., 2002). Esta explicação é comprovada, pelo efeito observado do índice viscerossomático verificado neste estudo, provocado pelo fornecimento de 4000 kcal de ED.kg de PD⁻¹ da ração.

Os índices somáticos estudados, apresentaram valores médios semelhantes aos encontrados por Bombardelli et al. (2009) ao fornecer alimentação diferenciada variando apenas para o nível de energia digestível (2700 à 3700 kcal.kg de ração⁻¹) porém, estes autores não verificaram efeito. O resultado encontrado para o IVS neste trabalho corrobora com Ng et al. (2011) quando verificou a influência do óleo de palma sobre o IVS e IGS evidenciando uma relação inversamente proporcional causando uma melhora na atividade reprodutiva para valores baixos de IVS. Segundo Tessaro (2011), o excesso de energia digestível para *Rhamdia quelen* acarreta sobre carga hepática prejudicando o funcionamento do fígado e interferindo na vitelogênese.

Para o desempenho reprodutivo, a fecundidade absoluta não sofreu influencia das rações testadas por não eliminar a variabilidade de peso existente entre as matrizes de cada unidade experimental. No entanto, o nível mais baixo de energia digestível (2800 kcal.kg de ração⁻¹) resultou em uma melhor fecundidade relativa, independente da proteína utilizada. Logo, sugere que uma ração contendo 28% de PD e 2800 Kcal de ED. kg de ração⁻¹ produz mais ovos por grama de fêmea acasalada. Observa-se que esta combinação é responsável pelo menor crescimento das matrizes e de acordo com BHUJEL et al. (2007), o desempenho reprodutivo foi melhor para matrizes de tilápia que sofreram restrição alimentar e apresentaram tamanho menor.

Quanto à relação proteína e energia, resultados semelhantes com este trabalho foram

encontrados por El-Sayed & Kawanna (2008) que apesar de sugerirem 40% de proteína bruta e 3991,4 kcal de ED. kg de ração⁻¹ mostram que, níveis mais baixos de proteína devem ser usados com níveis mais baixos de energia para garantir bom desempenho reprodutivo. Outros estudos reforçam a importância de manter uma relação proteína:energia adequada, pois a variação de níveis protéicos com rações isoenergéticas não afetaram a composição centesimal dos ovos (GUNASEKERA et al., 1995; GUNASSEKERA et al., 1996; EL-SAYED et al., 2003). Este fenômeno é confirmado por Lupatsch et al. (2010) que observaram através de análises bromatológicas, que fêmeas de tilápia sacrificam o crescimento somático utilizando dos recursos corporais para manter a qualidade do ovo tornando-os semelhantes quanto à sua composição química.

Entretanto, outros autores (NG et al., 2011) concluíram que a substituição de óleo de peixe por óleo de palma na ração para fêmeas de tilápia, influencia no desenvolvimento gonadal, no aumento da produção de ovos e na taxa de eclosão para a tilápia porém, El-Sayed et al. (2005) não verificaram este efeito ao utilizar de óleo de soja como fonte energética assim como observado neste trabalho.

Neste estudo, o efeito das rações para o peso dos ovos e para o peso das larvas no momento da eclosão mostra o uso de baixas taxas protéicas assim como, para a fecundidade relativa. Estes parâmetros estão associados à conversão da energia em células gonadais e da liberação na forma de ovos, ao invés de sua deposição no ovário (BHUJEL et al., 2007). Ou ainda, estar relacionado à deposição de nutrientes da dieta da fêmea durante o processo de vitelogenese observado por Bombardelli et al. (2009) que apesar de utilizar rações isoprotéicas (35 % de proteína bruta) observaram que o maior nível energético (3700 kcal/kg de ração) ajustado com óleo de soja na ração, aumentaram a resistência das larvas quando expostas a jejum. Esses dois parâmetros são confirmados pela ausência de efeito para o índice gonadossomático.

3.5 Conclusões

Para o crescimento das matrizes, uma ração contendo 40% de PD e 4000 kcal de ED. kg de ração⁻¹ é responsável para aumento de tamanho e do índice viscerossomático. Quanto ao desempenho reprodutivo, 28% de PD e 2800 4000 kcal de ED. kg de ração⁻¹ é suficiente para produzir altas taxas de fecundidade relativa, durante o primeiro ano de produção. Ambas as rações, possuem relação de 10 kcal.g de PD⁻¹.

3.6 Referências

- ABIMORAD, E.G. Relações entre níveis de proteína e energia digestíveis em dietas com diferentes proporções de lipídeos e carboidratos para o crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). 2004. **Dissertação**. (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.
- AFONSO, L.O.B.; GUDDE, D.H.; LEBOUTE, E.M.; SOUZA, S.M.G. Método para a incubação artificial de ovos de tilápia nilótica. **Rev.Soc.Bras.Zoot**, v. 22; p. 502-505, n. 03, 1993.
- BALLESTRAZZI, R.; RAINIS, S.; TULLI, F. et al. The effect of dietary coconut oil on reproductive traits and egg fatty acid composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, v.11, p.289-299, 2003.
- BHUJEL R.C.; YAKUPITIYAGE, A.; TURNER, A.W.; et al. Selection of a commercial feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish breeding in a hapa-in-pond system. **Aquaculture**, v.194, p.303–314, 2001.
- BHUJEL, R.C. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. **Aquaculture**, v. 181, p. 37-39, 2000.
- BHUJEL, R.C.; LITTLE, D.C.; HOSSAIN, A. Reproductive performance and the growth of pre-stunted and normal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish at varying feeding rates. **Aquaculture**, v.273, p.71–79, 2007.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M. Níveis de energia digestível sobre os desempenhos reprodutivo e zootécnico e a deposição de lipídios nos hepatócitos de machos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.941-949, 2010.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M.; et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1391-1399, 2009.
- Conselho Federal de Medicina Veterinária - CFMV. Resolução nº 876, de 15-02-2008, publicada no DOU de 25-02-2008. Seção 1, pág. 100.
- COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D.; ET AL. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.634-640, 2006.
- CYRINO, J.E.P. et al. **Tópicos Especiais em Piscicultura de água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: Aquabil, 2004, v.1, p.75-170.
- CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de proteína e energia em juvenis de “black bass” *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.609-616, 2000.
- EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia Culture**. Oceanography Department, Faculty of Science, Alexandria University, Alexandria, Egypt. 2006.
- EL-SAYED, A.F.M.; KAWANNA, M. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, v.280, p.179–184, 2008.
- EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v.248, p.187–196, 2005.
- EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v.220, p.619-632. 2003.
- FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a Nutrição de tilápias**. 1ª Ed. Toledo: GFM,

2010. 100p.
- GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **A primer of ecological statistics**. Sunderland: 513 Sinauer Press, 2004, 479 p.
- GUNASEKERA, R.M.; LAM, T.J. Influence of dietary protein level on ovarian recrudescence in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.149, p.57–69, 1997.
- GUNASEKERA, R.M.; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Effects of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.134, p.169–183, 1995.
- GUNASEKERA, R.M.; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.146, p.245–259, 1996.
- HALVER, J. E.; HARDY, R. W. **Fish Nutrition**. p. 824, ed. 3, 2002.
- HARVEY, B.; CAROLSFELD, J. **Induced breeding in tropical fish culture**. IDRC, Ottawa. p. 144, 1993.
- IZQUIERDO, M.S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v.197, p.25–42, 2001.
- KHAN, M.A.; JAFRI, A.K.; CHADHA, N.K. Effects of varying dietary protein levels on growth, reproductive performance, body and egg composition of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture Nutrition**, v. 11, p.11–17, 2005.
- KUBITZA, F. **Tilápia – tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1.ed. Jundiaí: Divisão de Biblioteca e Documentação, 2000. 289p.
- LITTLE, D.C.; HULATA, G. Strategies for tilapia seed production. In: BEVERIDGE, M.C.M.; MCANDREW, B.J. (Ed.) **Tilapia: Biology and Exploitation**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2000. p.226–326.
- LUPATSCH, I.; DESHEV, R.; MAGEN, I. Energy and protein demands for optimal egg production including maintenance requirements of female tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**. v.41, p.763-769, 2010.
- MACINTOSCH, D.J.; LITTLE, D.C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. (Ed) **Broodstock management and egg and larval quality**. London: Blackwell Science Ltd, 1995. p.277–320.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.B. Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003a.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.566-573, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirement of Fish**. Washington: National Academy Press, 1993. 115p.
- NG, W.; WANG, Y. Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. **Aquaculture**, v.314, p. 122–131, 2011.
- TESSARO, L. Energia digestível para reprodutores de jundiá. Toledo: Universidade estadual do Oeste do Paraná, 2011. 77f. Dissertação (Mestrado em Recursos pesqueiros e engenharia de pesca) - Universidade estadual do Oeste do Paraná, 2011.
- TSADIK, G.G.; BART, A.N. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 272, p. 380–388, 2007.
- TSADIK, G.G.; Effects of Maternal Age on Fecundity, Spawning Interval, and Egg Quality

- of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 39, p. 671–677, 2008.
- WATANABE, T.; VASSALO-AGIUS, R. Broodstock nutrition research on marine finfish in japan. **Aquaculture**, v.227, p.35–61, 2003.

4 CRESCIMENTO DE PÓS-LARVAS DE TILÁPIA DO NILO PROVENIENTES DE REPRODUTORES ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA DIGESTÍVEIS

Resumo: Objetivou-se estudar a influência de diferentes níveis de energia e proteína digestíveis na alimentação de reprodutores de tilápia do Nilo sobre o crescimento das proles em fase de reversão sexual. Foram estocadas 2.700 pós-larvas ($8,2 \pm 0,001$ mg) provenientes de reprodutores alimentados com nove rações contendo diferentes níveis de proteína digestível (28, 34 e 40% PD) e de energia digestível (2.800, 3.400 e 4.000 kcal ED.kg⁻¹) em 27 aquários de 70L. Após 30 dias de criação, foram avaliados o peso médio final (PM, g), o ganho de peso médio (GPM, g), o comprimento padrão final (CP, cm), o fator de condição (FC), a taxa de crescimento específica (TCE, %/dia), uniformidade do lote (UNI, %), a sobrevivência (SOB, %) e taxa de reversão sexual (TRS, %) das proles. Apesar da nutrição das fêmeas poder influenciar de diferentes formas o desempenho reprodutivo ou qualidade das proles nos primeiros dias de vida, nenhum dos parâmetros foi influenciado pelas rações fornecidas aos reprodutores ($p > 0,05$). Porém, as proles apresentaram níveis de crescimento satisfatórios para a fase de criação. Rações contendo 28% de proteína digestível e 2.800 kcal de energia digestível.kg de ração⁻¹ podem ser fornecidas para reprodutores de tilápia do Nilo sem promover prejuízos ao desempenho zootécnico da prole durante a fase de reversão sexual.

Palavras-chave: alevino, nutrição, *Oreochromis niloticus*, reprodução, reversão sexual

Abstract: The goal of this study was to evaluate the influence of different levels of digestible energy and protein in diet of Nile tilapia broodstock over offspring growth during sex reversal stage. A total of 2,700 post-larvae (8.2 ± 0.001 mg) derived from breeders fed with nine food formulae with distinct levels of digestible protein (28, 34 and 40% DP) and digestible energy (2,800, 3,400 and 4,000 kcal DE.kg⁻¹) were stored in 27 70-L tanks. After 30 days of growth, their mean final weight (MW, g), mean weight gain (MWG, g), final standard length (SL, cm), condition factor (CF), specific growth rate (SGR, %/day), stock uniformity (UNI, %), survival (SUR, %) and sex reversal rate sexual (SRR, %) were measured. Although female nutrition is thought to influence the performance or quality of progeny during early life stages, no influence of food formulae supplied to broodstock was

detected over any parameter ($p > 0.05$). Nonetheless, the offspring presented commercially satisfactory growth rates. Thus, commercial foods containing 28% of digestible protein and 2,800 kcal of digestible energy.kg of food⁻¹ can be used to feed Nile tilapia broodstock without jeopardizing offspring performance during sex reversal phase.

Keywords: fry, nutrition, *Oreochromis niloticus*, reproduction, sex reversal

4.1 Introdução

A produção de tilápias fora de sua região de origem (EL-SAYED et al., 2005), representa cerca de 8% do total de peixes produzidos mundialmente em água doce (FAO, 2010) e junto com a produção de camarão marinho colocam o Brasil no segundo lugar da produção aquícola na América do Sul (SCORVO FILHO et al., 2010). Neste panorama, houve um crescimento total de 15,7% da produção piscícola brasileira, alcançando 1.240.813 toneladas em 2009, das quais 39% (132 mil toneladas/ano) foi proveniente da tilapicultura (MPA, 2010).

Para atender os índices de crescimento e expansão da tilapicultura brasileira tornam-se necessárias o emprego de práticas produtivas que venham suprir a demanda por proles em quantidade e com qualidade (TSADIK E BART, 2007). Para isso, a nutrição, a alimentação e o manejo de reprodutores são ferramentas de grande importância (BHUJEL et al., 2007), uma vez que, os nutrientes mobilizados pelas fêmeas durante a vitelogênese podem refletir sobre a qualidade e a composição química dos ovos (WEIGARD, 1996; TYLER & SUMPTER, 1996; IZQUIERDO et al., 2001) e conseqüentemente sobre o vigor das proles (BOMBARDELLI et al., 2009).

Apesar da notória influência da nutrição dos reprodutores sobre o desempenho reprodutivo dos machos (MORAES et al., 2004; BOMBARDELLI et al., 2010), das fêmeas (NG et al., 2011) e das proles (GUNASEKERA et al., 1996; PEREIRA et al., 2009; SINK et al., 2010), este é um segmento pouco compreendido da nutrição de peixes ósseos (IZQUIERDO et al., 2001). Esta escassez de informações sobre as exigências nutricionais específicas para reprodutores de peixes (BHUJEL et al., 2001; LUPATSCH et al., 2010) tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas recentes tanto na tilapicultura (EL-GAMAL et al., 2007; SINK et al., 2008 e 2010; NG et al., 2011), quanto em outras espécies de água doce (PARRA et al., 2008; NAVARRO et al., 2010) ou marinhas (FERNANDEZ-PALACIOS et

al., 1997; MAZZORRA et al., 2003) de importância comercial.

Dentre vários nutrientes estudados, a proteína e os lipídios são os mais importantes para a mobilização e formação de tecido corporal (CYRINO et al., 2000). Além disso, estes nutrientes desempenham importante papel na reprodução (ÇEK & YILMAZ, 2009), uma vez que são os principais componentes do vitelo e influenciam no desenvolvimento embrionário (EL-SAYED & KAWANNA, 2008). Contudo, poucos são os estudos relacionados os efeitos da alimentação ou nutrição de reprodutores de peixes sobre a qualidade das proles (IZQUIERDO et al., 2001).

O objetivo desse trabalho foi verificar os efeitos da alimentação de reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com rações contendo diferentes níveis de proteína e energia digestível sobre o desempenho zootécnico das proles.

4.2 Material e Métodos

O presente experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Reprodução de Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), instalado no Instituto de Pesquisa em Aquicultura Ambiental (InPAA). O período experimental foi entre os dias 21 de janeiro a 21 de fevereiro de 2011. Os procedimentos experimentais foram conduzidos conforme protocolo nº: 07/2010, aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e Aulas Práticas da Unioeste (CEEAAP/Unioeste).

Foram utilizadas 2.700 pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com cinco dias de idade, provenientes de reprodutores submetidos ao manejo reprodutivo descrito por Bombardelli et al. (2009). Os reprodutores foram alimentados com nove rações contendo a combinação de diferentes níveis de proteína digestível (28, 34, 40% de PD) e de energia digestível (2.800, 3.400, 4.000 kcal de ED.kg de ração⁻¹) (Tabela 5).

Tabela 5. Composição percentual dos ingredientes e de nutrientes das rações experimentais fornecida aos reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes (%)	Nível de proteína digestível (%)								
	28			34			40		
	Nível de energia digestível (kcal ED.kg de ração)								
	2800	3400	4000	2800	3400	4000	2800	3400	4000
Farelo de soja	52,92	44,06	46,27	68,57	62,55	63,37	83,99	58,25	26,06
Milho moído	30,31	32,86	19,52	13,90	15,94	3,00	0,00	5,00	1,00
Farinha de peixe	5,00	12,76	13,13	6,22	11,44	13,02	0,29	30,20	60,81
Inerte	5,24	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
Glúten de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,38	0,00	0,00
Premix ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fosf. bicálcico	1,92	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	2,84	0,00	0,00
Óleo de soja	1,00	6,70	17,45	0,50	6,56	17,10	0,00	3,04	8,62
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,10	0,10	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nutrientes calculados (%)									
Ácido linoléico	1,50	4,57	10,14	1,03	4,30	9,75	0,67	2,18	4,90
Amido	26,02	26,42	18,41	17,91	18,37	10,42	11,94	10,98	4,14
Cálcio	1,10	1,28	1,32	1,09	1,22	1,36	1,0	2,86	5,46
Gordura	3,34	10,22	20,60	2,83	9,67	20,04	1,36	8,97	19,04
Fósforo total	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,06	1,92	3,30
Proteína bruta	31,26	31,19	31,25	37,98	37,93	37,97	44,49	44,54	44,31
Proteína digestível	28	28	28	34	34	34	40	40	40
Energia digestível ³	2800	3400	4000	2800	3400	4000	2800	3400	4000
Fibra	2,71	2,64	2,01	2,21	2,18	1,54	1,88	1,53	0,62

¹Suplemento vitamínico e mineral, composição básica: ácido fólico: 200mg, ácido pantotênico: 4.000mg; Biotina: 40 mg; Cobre: 2.000mg; Ferro: 12.500mg; Iodo:200mg; Manganês: 7.500mg; Niacina: 5.000mg; Selênio:70mg; Vitamina A: 1.000.000UI; Vitamina B1: 1.900mg; Vitamina B12: 3.500mg; Vitamina B2: 2.000mg; Vitamina B6: 2.400mg; Vitamina C: 50.000mg; Vitamina D3: 500.000UI; Vitamina E: 20.000UI; Vitamina K3: 500mg; Zinco:25.000mg. ²Antioxidante. ³ Kcal de ED . kg de ração⁻¹.

As rações fornecidas aos reprodutores foram formuladas no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da UFPR, *Campus Palotina*. No LATRAAC/Unioeste os alimentos foram triturados em moinho de martelo e peneira de 0,5mm e, as rações confeccionadas na forma peletizada (MEURER et al., 2003a) com peletes de 3mm de diâmetro (BOMBARDELLI et al., 2010; TESSARO et al., 2012).

Das proles provenientes dos reprodutores alimentados com as nove rações, inicialmente foram coletadas 30 pós-larvas de cada tratamento ao qual os reprodutores foram submetidos, para mensuração dos parâmetros iniciais de peso (mg), comprimento padrão (cm) e comprimento total (cm).

Em seguida, foram alojadas 1.890 pós-larvas em 27 aquários com capacidade de 70L, em uma densidade de estocagem de 1 tilápia.L⁻¹. Os aquários foram instalados em sistema de recirculação de água semi fechado, dotado de filtragem mecânica e controle automatizado da

temperatura da água por meio de aquecimento elétrico ($27 \pm 1^\circ\text{C}$).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados em estrutura bifatorial, composto por nove tratamentos e três repetições. Foram consideradas como tratamentos as proles provenientes de reprodutores alimentados com nove rações contendo a combinação entre três níveis de proteína digestível (28, 34 e 40% PD) e três níveis de energia digestível (2.800, 3.400, 4.000 kcal de ED.kg de ração⁻¹) (Tabela 1). Foi considerado como uma unidade experimental um aquário de 70L contendo 70 pós-larvas de tilápia.

As pós-larvas provenientes de todas as unidades experimentais foram alimentadas com ração comercial processada na forma farelada (MEURER et al., 2003b), contendo 42% de proteína bruta e 4.200 kcal de energia bruta.kg de ração⁻¹ e 60 mg de 17 α -metiltestosterona.kg de ração⁻¹ (KUBITZA, 2000). Utilizou-se um regime de alimentação *ad libitum*, com frequência alimentar de quatro vezes ao dia (8h30min, 10h30 min, 14h30 min e 17h30 min).

Os aquários foram sifonados diariamente, duas vezes ao dia, para retirada de fezes e restos de ração não ingerida. Neste manejo, 20% do volume total da água das unidades experimentais foi renovado diariamente (MEURER et al., 2002). A temperatura da água foi verificada duas vezes ao dia (7h e 14h), antes da limpeza, utilizando termômetro com precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$. O oxigênio dissolvido (oxímetro digital YSI[®] 550A) e o pH da água (pHmetro digital Tecnal[®] Tec 5) foram mensurados semanalmente às 7h também antes da limpeza.

Ao final do período experimental, todas as tilápias das unidades experimentais foram anestesiadas e abatidas por meio da imersão em solução aquosa contendo 250 mg de benzocaína.L de água⁻¹ (CFMV, 2008). Em seguida as tilápias foram submetidas à mensuração individual do peso corporal e dos comprimentos padrão e total, por meio de balança digital (MARTE[®] AS2000) de precisão $\pm 0,01\text{g}$ e ictímetro de precisão $\pm 0,1\text{cm}$, respectivamente. Em seguida, todas as tilápias foram fixadas em solução de formol a 10% (BOMBARDELLI et al., 2007) e submetidas a avaliação da efetividade da reversão sexual pela análise em microscópio óptico das gônadas coradas em aceto-carmim, conforme Pompa & Grenn (1990).

A partir dos dados obtidos foram calculados os índices de peso médio final (PM, mg), ganho de peso médio (GPM, mg), comprimento padrão final (CP, cm), fator de condição (FC), taxa de crescimento específico (TCE %. dia^{-1}), uniformidade do lote (UNI, %), sobrevivência (SOB, %) e a taxa de reversão sexual (TRS, %) a partir das equações abaixo:

$$\text{PM (mg)} = (\text{biomassa do lote (g)} / \text{número de peixes}) / 1000$$

$$\text{GPM (mg)} = \text{PM final (mg)} - \text{PM inicial (mg)}$$

$$\text{FC} = \text{PM final (mg)} / \text{CP final (cm)}^3$$

$$\text{TCE (\%/dia)} = ((\log \text{ peso final (mg)} - \log \text{ peso inicial (mg)}) / \text{ tempo do experimento (dias)}) * 100$$

UNI (%) = $(N_{\pm 20}/N_t) * 100$; N_t = número total de peixes em cada unidade experimental; $N_{\pm 20}$ = nº de animais com comprimento do corpo $\pm 20\%$ em torno da média da unidade experimental

$$\text{SOB (\%)} = (\text{n}^\circ \text{ final de peixes} / \text{n}^\circ \text{ inicial de peixes}) * 100$$

$$\text{TRS (\%)} = ((\text{n}^\circ \text{ de machos} + \text{n}^\circ \text{ de interssexos}) / \text{n}^\circ \text{ total de peixes analisados}) * 100$$

Os resultados foram submetidos ao teste de regressão múltipla em superfície de resposta pelo protocolo de modelos lineares generalizados. Foi considerado um nível de significância de 5% de probabilidade. O software utilizado para realização dos procedimentos e análises estatísticas foi o Statistica 7.0[®].

4.3 Resultados e discussão

Os valores médios verificados para os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água dos aquários foram de $27,95 \pm 1,90^\circ\text{C}$; $6,83 \pm 1,18 \text{ mg.L}^{-1}$ e $8,34 \pm 0,22$ respectivamente. Estes valores encontram-se dentro dos limites considerados adequados para o bom desempenho da espécie e para a fase de criação (EL-SAYED, 2006).

Os resultados encontrados indicam que a alimentação dos reprodutores de tilápia com rações contendo níveis diferentes de proteína e energia digestíveis, não influenciam ($p > 0,05$) no crescimento ou sobrevivência das proles após 30 dias de criação (Tabela 6). Apesar da inconsistência de efeito da nutrição dos reprodutores sobre o desempenho das proles, os valores encontrados para os parâmetros de peso médio final (0,31 a 0,38g), ganho de peso médio (0,30 a 0,36g), comprimento padrão (2,04 a 2,24cm), fator de condição (3,12 a 3,86), taxa de crescimento específico (4,91 a 5,19%/dia), uniformidade do lote (81,7 a 98,5), sobrevivência (97 a 100%) e taxa de reversão sexual (73,1 a 78,1%) das proles de tilápia do Nilo, podem ser considerados como características zootécnicas adequadas para a fase de

criação correspondente ao término da reversão sexual (TOYAMA et al., 2000; MEURER et al., 2003b; BOMBARDELLI & HAYASHI, 2005; BOSCOLO et al., 2005; MEURER et al., 2007; MEURER et al., 2008; OLIVEIRA, 2010) (Tabela 2).

Tabela 6 - Parâmetros de desempenho zootécnico de proles de tilápia do Nilo, provenientes de reprodutores alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína digestível e de energia digestível, submetidas à criação durante a fase de reversão sexual.

Parâmetros (%)	Nível de proteína digestível (%)									p
	28			34			40			
	Nível de energia digestível (kcal ED.kg de ração)									
	2800	3400	4000	2800	3400	4000	2800	3400	4000	
PMF (g)	0,33	0,35	0,34	0,38	0,33	0,32	0,31	0,35	0,35	0,37
GPM (g)	0,33	0,35	0,33	0,37	0,32	0,31	0,30	0,34	0,34	0,36
CP (cm)	2,13	2,17	2,09	2,20	2,21	2,09	2,08	2,15	2,16	0,36
FC	3,48	3,46	3,74	3,57	3,13	3,54	3,47	3,52	3,50	0,65
TCE (%.dia ⁻¹)	5,17	5,06	5,17	5,20	5,04	4,94	4,84	5,06	5,10	0,16
UNI (%)	90,0	94,8	85,2	86,6	95,7	89,5	93,9	88,8	85,2	0,70
SOB (%)	94,3	99,0	91,9	97,1	98,1	98,6	100	98,6	94,8	0,60
TRS (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	----

PMF: peso médio final; GPM: ganho de peso médio; CP: comprimento padrão médio; FC: fator de condição; TCE: taxa de crescimento específico; UNI: uniformidade do lote; SOB: sobrevivência e TRS: taxa de reversão sexual.

Na nutrição de reprodutores, além do desempenho reprodutivo, um dos pontos importantes é a qualidade das proles produzidas. Alguns estudos mostram a importância da relação entre a proteína e a energia em rações para peixes (BOMFIM et al., 2005; COTAN et al., 2006; PIEDRAS et al., 2006; ALI et al., 2008). O desbalanço, nesta relação, para peixes em crescimento pode promover o uso da proteína dietética como fonte energética (KUBITZA, 2000) ou direcionar este componente nutricional para o metabolismo protéico (MEURER et al., 2002). Por outro lado, em reprodutores, esta relação pode estar diretamente relacionada com os processos reprodutivos (LUPATSCH et al., 2008, 2010) ou fisiológicos relacionados com a vitelogênese (BROMAGE, 1995).

A alimentação de fêmeas de tilápia do Nilo com rações contendo entre 10 a 40% de proteína dietética, apesar dos níveis protéicos influenciarem nos processos relacionados com a maturação gonadal, não promovem alterações na composição química dos ovos (GUNASEKERA et al., 1995). Este efeito também foi observado recentemente por Lupatsch et al., (2010), quando alimentaram fêmeas de tilápia com diferentes níveis de arraçoamento

com uma ração contendo 23,5g de proteína digestível.MJ de energia digestível⁻¹.

Segundo Gunasekera et al. (1996) os níveis altos de proteína afetam a viabilidade da prole até o sexto dia de criação. Além da proteína outros componentes nutricionais podem interferir na qualidade das proles. Elevar os níveis de energia digestível na ração de reprodutores de tilápia (3.700 kcal de ED.kg de ração⁻¹) pode promover melhoras no vigor das proles (BOMBARDELLI et al., 2009). Esta influencia da nutrição dos reprodutores sobre a qualidade das proles pode estar relacionada com os processos fisiológicos (NAVAS et al., 1998) ligados a produção e a incorporação de vitelogenina nos ovócitos (COWARD et al., 2002). Como o vitelo é a principal fonte nutricional das proles nos primeiros dias de vida, este serve como fonte e disponibiliza elementos para a formação de moléculas (VASSALO-AGIUS et al., 2001) ou serve como componente energético (TYLER & SUMPTER, 1996).

Apesar do vitelo garantir reservas nutricionais endógenas para as proles nos primeiros dias de vida (MAZORRA et al., 2003), existem poucas informações relacionadas com a influência da nutrição materna sobre o crescimento das proles em período quando estas não dependem mais de suas reservas endógenas. Ng et al. (2011) verificaram que o emprego do óleo de palma em rações para reprodutores de tilápia interferem no desenvolvimento gonadal, na produção e eclosão de ovos e na normalidade larval, contudo, o desempenho das proles até o consumo total do vitelo não sofre efeito da fonte de óleo.

Os estudos relacionados com a nutrição de reprodutores de peixes são ainda mais restritos quando se referem à avaliação de proles criadas por longos períodos, que se estendem até as fases de alevino ou juvenil. SINK & LOCHMANN (2008) submeteram reprodutores de *Ictalurus punctatus* (catfish) a alimentação com rações contendo concentrações lipídicas de 4 e 10% e criaram as proles até 37 dias e não verificaram alteração sobre o crescimento.

Diversas evidências sugerem que a nutrição das fêmeas pode influenciar de diferentes formas o desempenho reprodutivo ou qualidade das proles. Contudo, apesar deste aspecto poder exercer influencia sobre a viabilidade das proles nos primeiros dias de vida, os resultados do presente experimento indicam que a nutrição dos reprodutores não exerce influencia sobre o crescimento e a sobrevivência das proles em período de criação em que estas independem das reservas endógenas como fontes alimentares ou nutricionais.

4.4 Conclusões

As rações contendo diferentes níveis de proteína e energia digestíveis oferecidas aos

reprodutores de tilápia não promoveram alterações sobre os parâmetros de crescimento e qualidade das proles aos 30 dias de criação, sugerindo o emprego de rações com menores níveis de proteína e energia, visto que não promovem efeito deletério nas proles e garante a economia de nutrientes.

4.5 Referências bibliográficas

- ALI, B.A.; AL-OGAILY, S.M.; AL-ASGAH, N.A.; GODDARD, J.S.; AHMED, S.I. Effect of feeding different protein to energy (P/E) ratios on the growth performance and body composition of *Oreochromis niloticus* fingerlings. **J. Appl. Ichthyol.**, v. 24, p. 31-37, 2008.
- BHUJEL R.C.; YAKUPITIYAGE, A.; TURNER, A.W.; et al. Selection of a commercial feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish breeding in a hapa-in-pond system. **Aquaculture**, v.194, p.303–314, 2001.
- BHUJEL, R.C.; LITTLE, D.C.; HOSSAIN, A. Reproductive performance and the growth of pre-stunted and normal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish at varying feeding rates. **Aquaculture**, v.273, p.71–79, 2007.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C. Masculinização de Larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) a Partir de Banhos de Imersão com 17 α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.365-372, 2005.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M. Níveis de energia digestível sobre os desempenhos reprodutivo e zootécnico e a deposição de lipídios nos hepatócitos de machos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.941-949, 2010.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M.; et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1391-1399, 2009.
- BOMBARDELLI, R.A.; SANCHES, E.A.; PINTO, D.F.H.; et al. Idade de maior sensibilidade de tilápias-do-Nilo aos tratamentos de masculinização por banhos de imersão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.1-6, 2007.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; SERAFINI, M.A.; et al. Proteína Bruta e Energia Digestível em Dietas para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1795-1806, 2005.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F; et al. Farinha de Resíduos da Filetagem de Tilápias na Alimentação de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Reversão Sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, P.1807-1812, 2005.
- BROMAGE, N. Broodstock management and seed quality – general considerations. In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. (Ed.) Broodstock management and egg and larval quality. London: Blackwell Science Ltd, 1995. p.1–25.
- ÇEK, S.; YILMAZ, E. The effect of varying dietary energy on gonad development at first sexual maturity of the Sharptooth catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) **Aquacult Int**, v.17, p.553–563, 2009.
- Conselho Federal de Medicina Veterinária - CFMV. Resolução nº 876, de 15-02-2008, publicada no DOU de 25-02-2008. Seção 1, pág. 100.
- COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D.; ET AL. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.634-640, 2006.
- COWARD, K.; BROMAGE, N.R.; HIBBITT, O. et al. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.12, p.33–58, 2002.
- CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de proteína e energia em juvenis de “black bass” *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, v.57, p.609-616, 2000.
- EL-GAMAL, A.H.E.; EL-GREISY, Z.A.; EL-EBIARY, E.H. Synergistic Effects of Vitamins C and E and Selenium on the Reproductive Performance of Nile Tilapia, *Oreochromis*

- niloticus. **Journal of Applied Sciences Research**, v.3, p. 564-573, 2007.
- EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia Culture**. Oceanography Department, Faculty of Science, Alexandria University, Alexandria, Egypt. 2006.
- EL-SAYED, A.M.; KAWANA, M. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, v.280, p.179–184, 2008.
- EL-SAYED, A.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v.248, p. 187–196, 2005.
- FERNANDEZ-PALACIOS, H.; IZQUIERDO, M.S.; ROBAINA, L.; et al. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). **Aquaculture**, v.132, p. 325-337, 1995.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Roma: Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica. Rome. p.193, 2010.
- GUNASEKERA, R.M.; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Effects of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.134, p.169–183, 1995.
- GUNASEKERA, R.M.; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.146, p.245–259, 1996.
- IZQUIERDO, M.S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v.197, p.25–42, 2001.
- KUBITZA, F. **Tilápia – tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1.ed. Jundiaí: Divisão de Biblioteca e Documentação, 2000. 289p.
- LUPATSCH, I.; DESHEV, R.; MAGEN, I. Energy and protein demands for optimal egg production including maintenance requirements of female tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, v.41, p.763-769, 2010.
- LUPATSCH, I.; KISSIL G.W. Feed formulations based on energy and protein demands in white grouper (*Epinephelus aeneus*). **Aquaculture**, v.248, p.83-95, 2005.
- MAZORRA, C.; BRUCE, M.; BELL, J.G. Dietary lipid enhancement of broodstock reproductive performance and egg and larval quality in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, v.227, p.21–33, 2003.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L.M.; et al. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.791-794, 2008.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. B. Influência do Processamento da Ração no Desempenho e Sobrevida da Tilápia do Nilo Durante a Reversão Sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.262-267, 2003b.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; et al. Exigência de proteína digestível para juvenis de tilápia do Nilo em baixa temperatura. **Revista Científica de Produção Animal**, v.9, p. 53-64, 2007.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.B. Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003a.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; et al. Lipídeos na Alimentação de Alevinos Revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.2, p.566-573, 2002.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA. [2010]. **Produção de pescado aumenta 25%**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/>>

- nt_AGO_19-08-Producao-de-Pescado-aumenta>. Acesso em: 25 set. 2011.
- MORAES, G.V.; STREIT JR., D.P.; RIBEIRO, R.P.; et al. Ação de diferentes indutores reprodutivos hormonais no aparecimento de anormalidades morfológicas em espermatozoides de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), curimbatá (*Prochilodus lineatus*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*). **Inst. Pesca, São Paulo**, v. 32, p.109-116, 2004.
- NAVARRO, R.D.; MALDONADO, I.R.S.C.; MATTA, S.L.P.; et.al. Associação do nível de energia digestível no comprimento total, peso das gônadas e índice gonadossomático de fêmeas de Piaçu (“*Leporinus macrocephalus*”, SPIX 1829) em estágio pós-larval. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, p 242-251, 2010.
- NAVAS, J.M.; MANANOS, E.,THRUSH,M., RAMOS, J., ZANUY,S., CARRILLO,M., ZOHAR, Y., BROMAGE, N. Effect of dietary lipid composition on vitellogenin,17b-estradiol and gonadotropin plasma levels and spawning performance in captive sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, v.165, p.65–79, 1998.
- NG, W.; WANG, Y. Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. **Aquaculture**, v.314, p. 122–131, 2011.
- OLIVEIRA, L.C. Altas frequências de arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápia em hapas. 2010. 74f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- PARRA, J.E.G.; RADÜNZ NETO, J.; VEIVERBERG, C.A., et al. Alimentação de fêmeas de jundiá com fontes lipídicas e sua relação com o desenvolvimento embrionário e larval. **Ciência Rural**, vol.38, no7, p.2011-2017, 2008.
- PEREIRA, T.S.; FABREGAT, T.H.P.; FERNANDES, J. B. K.; et al. Selênio orgânico na alimentação de matrizes de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v. 31, p. 433-437, 2009.
- PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.O.F.; MORAES, P.R.R., et al. Resposta de alevinos de jundiá (*Rhamdia sp.*) alimentados com diferentes níveis de proteína bruta e energia digestível. **R. Bras. Agrociência**, v. 12, p. 217-220, 2006.
- POPMA, T.J.; GREEN, B.W. Aquacultural production manual: sex reversal of tilapia in earthen ponds. **Research and Development Series**, v.35, p.01-15, 1990.
- SANCHES, L. E. F.; HAYASHI, C. Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 23, n. 4, p. 871-876, 2001.
- SCORVO FILHO, J.D.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; ALVES, J.M.C.; et al. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.112-118, 2010.
- SINK, T.D.; LOCHMAN, R.T.; POHLENZ, C.; et al. Effects of dietary protein source and protein–lipid source interaction on channel catfish (*Ictalurus punctatus*) egg biochemical composition, egg production and quality, and fry hatching percentage and performance. **Aquaculture**, v. 298, p. 251–259, 2010.
- SINK, T.D.; LOCHMAN, R.T. Effects of dietary lipid source and concentration on channel catfish (*Ictalurus punctatus*) egg biochemical composition, egg and fry production, and egg and fry quality. **Aquaculture**, v.283, p.68–76, 2008.
- TESSARO, L; TOLEDO, C.P.R.; NEUMANN, G.; et al. Growth and reproductive characteristics of *Rhamdia quelen* males fed on different digestible energy levels in the reproductive phase. **Aquaculture**, v. 326-329, p. 74–80, 2012.
- TOYAMA, G.N; CORRENTE, J.E.; CYRINO, J.E.P. Suplementação de vitamina c em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agricola**, v.57, p.221-228, 2000.
- TSADIK, G.G.; BART, A.N. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on

- fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 272, p. 380–388, 2007.
- TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. Oocyte growth and development in teleosts. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.6, p.287- 318, 1996.
- VASSALO-AGIUS, R., WATANABE, T., YOSHIZAKI, G., et al. Quality of eggs and spermatozoa of Rainbow trout fed an n-3essential fatty acid-deficient diet and its effects on the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers. **Fisheries Science**, v.67, p.818–827, 2001.
- VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. 1.ed. Maringá: EDUEM, 1996. 169p.
- WIEGAND, M.D. Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.6, p.259-286, 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Rações contendo diferentes níveis de proteína e energia digestíveis fornecidas a matrizes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) influenciam no desempenho reprodutivo e o período inicial de desenvolvimento da prole durante o período experimental. Com isso, alguns pontos devem ser considerados:

- a) O crescimento das matrizes se estendeu até o último mês do período experimental (abril de 2011) sob manejo de coleta e incubação artificial de ovos;
- b) Os meses de novembro de 2010 e fevereiro de 2011 mostraram picos de produção de ovos, porém com redução nas taxas de crescimento;
- c) A deposição de nutrientes no ovo e no vitelo é melhorada no final do período reprodutivo;
- d) Rações mais densas promovem maior crescimento das matrizes com o aumento da massa visceral;
- e) Baixos níveis de energia digestível aumentaram o número de ovos por grama de fêmeas, sugerindo um aumento das matrizes do plantel interferindo na oferta de ovos;
- f) As dietas fornecidas para as matrizes de tilápia do Nilo influenciaram no desempenho da prole até o nascimento e não prejudicou seu crescimento após o quinto dia da eclosão.

APÊNDICE



Figura 1. Placa de identificação do experimento



Figura 2. Placas de identificação dos laboratórios



Figura 3. Viveiros escavados (20x10m)



Figura 4. Tanques-rede (3x2x1m) - Unidade experimental



Figura 5. Tanques-rede (2x1x1m) - Acondicionamento dos machos



Figura 6. Reprodutores de tilápia do Nilo



Figura 7. Reprodutores de tilápia do Nilo - medidas



Figura 8. Reprodutores de tilápia do Nilo - pesagem



Figura 9. Ingredientes utilizados na dieta – matéria-prima



Figura 10. Ração pelletizada



Figura 11. Reprodutores de tilápia do Nilo – diferenciação sexual



Figura 12. Tanque de acasalamento (Unidade experimental) – coleta de reprodutores



Figura 13. Tanque de 500L adaptado para sexagem e coleta de ovos



Figura 14. Fêmea de tilápia do Nilo com ovos na cavidade bucal



Figura 15. Incubação artificial de ovos – Incubadora de polipropileno



Figura 16. Incubação artificial de ovos – larvas natantes



Figura 17. Limpeza dos ovos



Figura 18. Volume coletado dos ovos

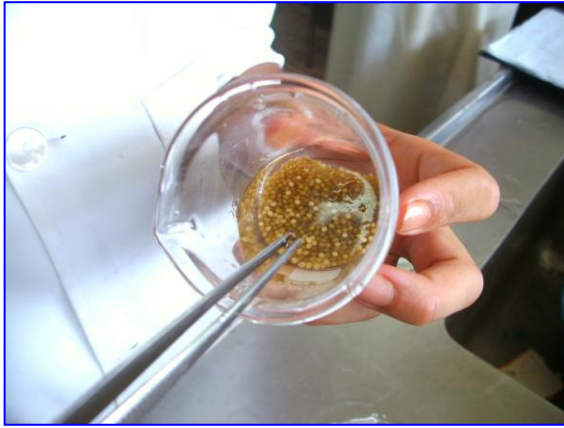


Figura 19. Limpeza refinada dos ovos

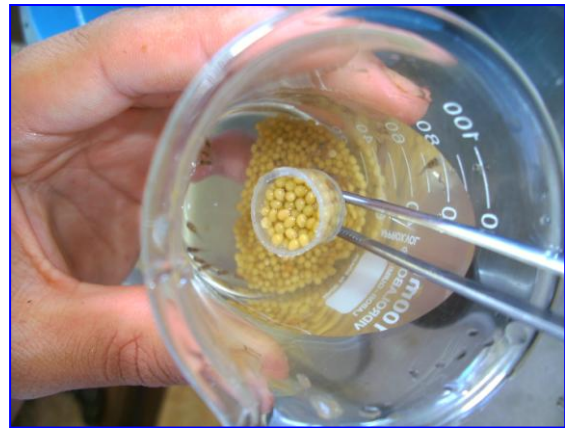


Figura 20. Medida padrão para fixar amostras



Figura 21. Ovos - Amostras fixadas



Figura 22. Larvas – Medida padrão para contagem



Figura 23. Sistema de incubação sem a presença de larvas

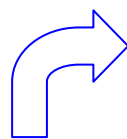
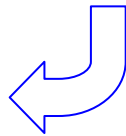


Figura 24. Sistema de incubação com a presença de larvas



Figura 25. Sistema de incubação de ovos de tilápia do Nilo com filtro mecânico e aquecimento controlado



Figura 26. Sistema para criação de larvas com filtro mecânico e aquecimento controlado



Figura 27. Pesagem dos alevinos



Figura 28. Mensuração do comprimento dos alevinos



Figura 29. Fixação dos alevinos em solução de formol 10%

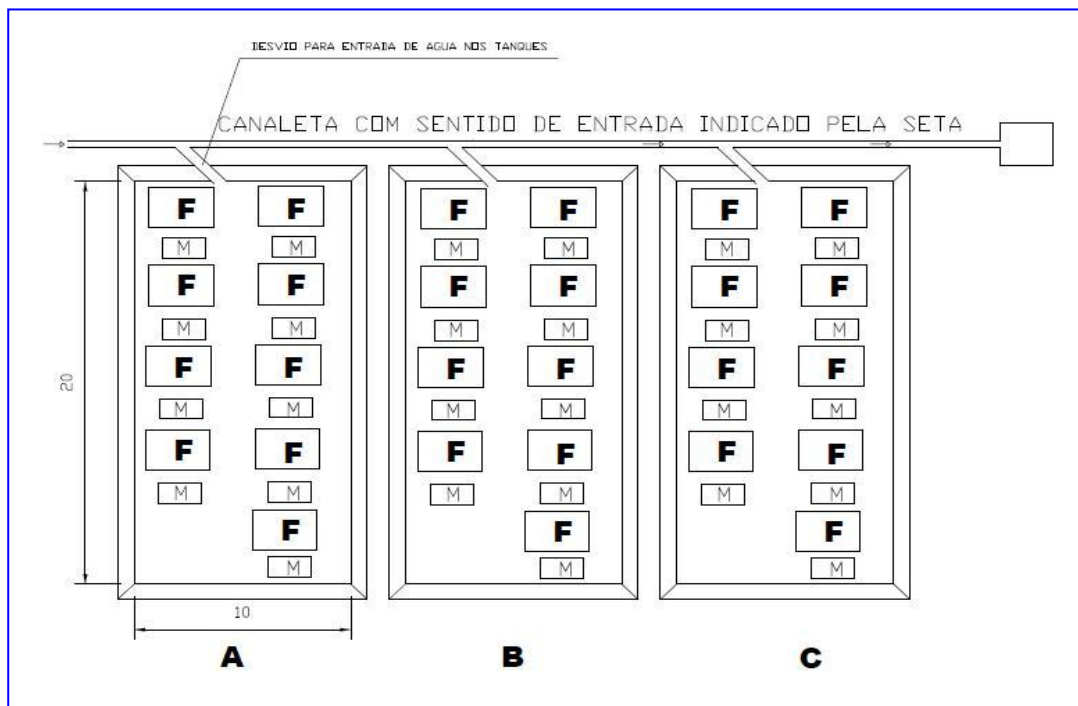


Figura 30. Delineamento experimental – Distribuição dos tanques rede (unidades experimentais)