



TAMIRA MARIA ORLANDO

**NÍVEIS DE ENERGIA NA DIETA DE FÊMEAS
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)
EM PRIMEIRO CICLO REPRODUTIVO**

LAVRAS – MG

2014

TAMIRA MARIA ORLANDO

**NÍVEIS DE ENERGIA NA DIETA DE FÊMEAS DE TILÁPIA DO NILO
(*OREOCHROMIS NILOTICUS*) EM PRIMEIRO CICLO REPRODUTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como Parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Priscila Vieira e Rosa

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos
Técnicos da Biblioteca da UFLA**

Orlando, Tamira Maria.

Níveis de energia na dieta de fêmeas de tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*) em primeiro ciclo reprodutivo / Tamira
Maria Orlando. – Lavras : UFLA, 2014.

47 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Priscila Vieira e Rosa.

Bibliografia.

1. Energia digestível. 2. Peixe. 3. Peixe - Reprodução. 4. Peixe -
Nutrição. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.3758

**NÍVEIS DE ENERGIA NA DIETA DE FÊMEAS DE TILÁPIA DO NILO
(*OREOCHROMIS NILOTICUS*) EM PRIMEIRO CICLO REPRODUTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como Parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2014.

| | |
|----------------------------------|----------|
| Dr. Luis David Solis Murgas | DMV/UFLA |
| Dra. Marinez Moraes de Oliveira | DZO/UFLA |
| Dra. Paula Adriane Perez Ribeiro | DMV/UFMG |

Dra. Priscila Vieira e Rosa
Orientadora

LAVRAS – MG

2014

*A Deus, pelas oportunidades concedidas,
à minha mãe Cláudia, aos meus familiares e amigos
por todos os momentos especiais.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Provedor de tudo, pela bênção de cada dia.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Veterinárias, pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Ciência Animal/ CNPq (INCT-CA), pelo apoio dado a este trabalho.

À minha orientadora Prof.^a Dra. Priscila Vieira Rosa, pelas oportunidades e confiança concedidas a mim, e pelos ensinamentos que foram de grande relevância para o meu crescimento profissional.

À Dra. Marinez Moraes de Oliveira pelo apoio, companheirismo e ensinamentos, que foram de grande valia para o desenvolvimento deste trabalho, a minha eterna gratidão.

Ao Prof. Dr. David Solis Murgas, pela disponibilidade e atenção em todos os momentos.

À Prof. Dra. Paula Perez Adriane Ribeiro, pela prontidão e valiosas sugestões no trabalho.

Aos colegas do núcleo de estudos NAQUA, pela parceria, em especial à Angélica Alves, Renan Rosa Paulino, Leandro Santos, Alexander Borges, Vinícius Monay, Edgar Rodrigues, Nayara Pereira, Felipe Leoncio, Felipe Sivieiro e Natan Aquino, pela colaboração na execução do trabalho.

Aos funcionários da Estação de Piscicultura da UFLA Eleci Pereira, José Roberto e Érika Oliveira, por todo auxílio, amizade e bons momentos convivência no setor.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal de Zootecnia (UFLA), em especial ao Márcio Nogueira, pelo auxílio durante as análises.

Às amigas Natália Mourad, Tainá Ribeiro e Carolina Teixeira, por estarem sempre presentes.

À minha mãe, Cláudia, pelo amor e apoio incondicional, por não ter poupado esforços para que este objetivo fosse alcançado.

Aos meus familiares, em especial aos meus irmãos Otávio, Talita e Thiago, pela paciência e companheirismo e aos meus tios por todo incentivo e ao meu sobrinho, Túlio por todos os momentos de alegria.

Muito obrigada!

RESUMO

A nutrição dos reprodutores é uma das áreas menos estudadas, uma vez que os mecanismos biológicos, que ocorrem em animais nesta condição fisiológica, são altamente complexos e muito influenciados pela dieta. Com o objetivo de avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de energia digestível (ED), realizou-se um ensaio experimental, utilizando-se 60 reprodutores de tilápia, sendo 15 machos e 45 fêmeas com peso inicial médio de 71,71g e 82,6, respectivamente, numa proporção de 3/1. Os peixes foram alojados em 15 caixas de fibra de vidro (500L) em sistema de recirculação a uma temperatura média de 27,5 °C. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiam de cinco rações com níveis crescentes de ED (3400, 3600, 3800, 4000 e 4200 Kcal/ Kg). As dietas experimentais não afetaram ($P > 0,05$) os índices hepatossomático, gonadossomático e de gordura visceral e os parâmetros reprodutivos, fecundidade relativa, peso da desova, índice da desova, diâmetro médio dos ovos e comprimento total das pós-larvas. Contudo, maior fecundidade absoluta foi observada, a partir da dieta com 3800 Kcal/ Kg ED. A composição química corporal dos peixes também teve efeito significativo ($P < 0,05$), para as variáveis proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas, em que os peixes alimentados com o nível de 3800 Kcal/ Kg de ED, obtiveram o menor teor de proteína corporal, enquanto o acúmulo de EE foi o maior observado. Diante dos resultados obtidos, sugere-se que um nível de 4000 Kcal/ Kg de ED seja utilizado em dietas com 38% de proteína bruta para fêmeas de tilápia-do-Nilo em primeiro ciclo reprodutivo.

Palavras-chave: Nutrição. Reprodução. Energia digestível. Peixes.

ABSTRACT

Broodstock nutrition is one of the least studied areas, since the biological mechanisms occurring in animals under this physiological condition are very complex and highly influenced by the diet. In order to evaluate the reproductive performance of Nile tilapia females, fed diets containing increasing levels of digestible energy (DE), we performed an experimental trial using 60 tilapia broodstock, 15 males and 45 females, with average initial weight of 71.71 g and 82.6 g, respectively, in a proportion of 3/1. The fish were kept in 15 fiberglass cases (500 L) in a recirculation system at an average temperature of 27.5 °C. The experimental design was completely randomized with five treatments and three replicates. The treatments consisted of five diets with increasing levels of DE (3400, 3600, 3800, 4000 and 4200 Kcal/ Kg). The experimental diets did not affect ($P > 0.05$) the hepatosomatic, gonadosomatic and visceral fat indexes, as well as the reproductive parameters of relative fecundity, spawning weight, spawning index, and average egg diameter and post-larvae length. However, higher absolute fecundity was observed from the diet with 3800 Kcal / Kg DE. The body chemical composition of the fish also presented a significant effect ($P < 0.05$) for the crude protein (CP), ethereal extract (EE) and ash variables, in which the fishes fed with the level of 3800 Kcal/ Kg DE presented the lowest body protein content, while the accumulation of EE was the highest observed. Based on these results, we suggest that a level of 4000 Kcal / Kg DE be used in diets with 38% CP for Nile tilapia females in the first reproductive cycle.

Keywords: Nutrition. Reproduction. Digestible energy. Fishes.

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Composição percentual e centesimal das dietas experimentais..... | 36 |
| Tabela 2: Peso final (PF) e índices gonadossomático (IGS), hepatossomático (IHS) e de gordura visceral (IGV) de fêmeas de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com rações com diferentes níveis de energia..... | 40 |
| Tabela 3. Composição química (% da matéria seca) de reprodutores alimentados com diferentes níveis de energia..... | 41 |
| Tabela 4. Desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com rações com diferentes níveis de energia. . | 42 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|------|---------------------------------------|
| ARA | Ácido araquidônico |
| CT | Comprimento total |
| DHA | Ácido docosaexaenoico |
| DM | Diâmetro médio |
| EB | Energia bruta |
| ED | Energia digestível |
| EE | Extrato etéreo |
| EM | Energia metabolizável |
| EPA | Ácido eicosapentaenoico |
| FA | Fecundidade absoluta |
| FR | Fecundidade relativa |
| HUFA | Ácidos graxos altamente insaturados |
| ID | Índice da desova |
| IGS | Índice gonadossomático |
| IHS | Índice hepatossomático |
| IVS | Índice viscerossomático |
| mRNA | RNA mensageiro |
| PB | Proteína bruta |
| PD | Peso da desova |
| PF | Peso final |
| VLDL | Lipoproteína de densidade muito baixa |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| PRIMEIRA PARTE..... | 13 |
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO | 15 |
| 2.2 ENERGIA EM DIETAS PARA PEIXES | 18 |
| 2.3 LIPÍDEOS NA REPRODUÇÃO | 20 |
| 2.4 RELAÇÃO CARBOIDRATO: LIPÍDIO NA NUTRIÇÃO DE PEIXES | 22 |
| 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS | 24 |
| REFERÊNCIAS | 25 |
| SEGUNDA PARTE - ARTIGO..... | 30 |
| ARTIGO: Desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo em primeiro ciclo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com rações com níveis crescentes de energia..... | 30 |
| INTRODUÇÃO..... | 33 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| ANIMAIS E TRATAMENTOS | 35 |
| PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL | 37 |
| COLETA EXPERIMENTAL E ANÁLISES BROMATOLÓGICAS..... | 38 |
| ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 39 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 39 |
| CONCLUSÃO..... | 44 |
| REFERÊNCIAS..... | 45 |

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A produção de pescados vem aumentando a cada ano e esse crescimento na demanda se deve principalmente ao crescimento populacional, aumento da renda *per capita* e à procura por alimentos com alto valor nutricional. A exaustão dos estoques pesqueiros naturais de águas doce e marinha também é um fator que contribui para a maior procura desse produto.

As tilápias representam o segundo maior grupo de peixes de água doce cultivado no mundo. A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie amplamente cultivada em nível mundial, pois possui uma combinação de características apreciáveis para a produção. No Brasil, essa espécie é a que apresenta maior cultivo, com cerca de 250.000 toneladas ao ano (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, 2011).

A tilápia-do-Nilo possui maturação sexual precoce e desova parcelada, podendo se reproduzir durante o ano todo. A evolução do cuidado parental nessa espécie se correlaciona com o aumento no tamanho do ovo juntamente com uma redução em sua fecundidade absoluta (número de ovos por desova da fêmea) (DUPONCHELLE; POUYARD; LEGENDRE, 1998; COWARD; BROMAGE, 2000). A baixa fecundidade aliada à natureza assíncrona da desova, entre outros fatores, requer a manutenção de um grande estoque de reprodutores nas pisciculturas (BHUJEL et al., 2001).

Para atender ao aumento na produção de tilápias, é necessário o fornecimento contínuo em quantidade e qualidade de ovos, larvas e alevinos, com altas taxas de sobrevivência, formação adequada, tamanho uniforme e bom potencial genético para favorecer o rápido crescimento (BHUJEL et al., 2001).

Para isso, maior atenção deve ser dada à nutrição e manejo dos reprodutores nas pisciculturas.

Estudos de nutrição com relação às tilápias em fase de crescimento são abundantes, no entanto informações sobre reprodutores ainda são limitadas. As pesquisas com nutrição de matrizes se tornam difíceis, pelo elevado custo para a experimentação por prolongado período de tempo e, também à necessidade de locais adequados para abrigar animais nessa fase de cultivo.

Entretanto, o conhecimento do metabolismo energético dos peixes torna-se uma ferramenta indispensável para a elaboração de dietas artificiais adequadas, durante o período de pré-desova, que proporcionem grande impacto na qualidade e produção dos ovos, larvas e alevinos em escala de produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO

A adequada nutrição dos reprodutores é fundamental, pois grande parte dos nutrientes ofertados na dieta é direcionada para o desenvolvimento das gônadas, ovos e processo de ovulação. A importância da nutrição de reprodutores tem sido bastante reconhecida (LUPATSH; DESHEV; MAGEN, 2010); estudos que se relacionam à nutrição e à reprodução são importantes, uma vez que a relação entre nutrição e processos reprodutivos ainda não estão bem esclarecidos.

Há um grande número de pesquisas em torno da nutrição de peixes direcionadas para as fases de crescimento até tamanho comercial, no entanto, há poucos estudos acerca da nutrição de reprodutores, em razão das dificuldades em realizar experimentos com animais nesse estágio de desenvolvimento Alvarez-Lajonchere (2007), pois são necessários grandes recursos para mantê-los em alimentação, por período prolongado de tempo e também há a necessidade de instalações adequadas para abrigar grandes grupos de animais adultos. Além disso, envolve mecanismos biológicos extremamente complexos, como a maturação das gônadas (IZQUIERDO; FERNANDEZ-PALACIOS; TACON, 2001; CHONG et al., 2004; KHAN; JAFRI; CHADHA, 2005).

Os primeiros estudos sobre influência da nutrição na reprodução iniciaram no Japão, utilizando a espécie *Pagrus auratus* (WATANABE et al., 1984), os quais demonstraram que a preparação de dietas artificiais adequadas, durante o período de pré-desova, tem grande impacto na qualidade dos ovos e larvas.

O estado nutricional em que se encontra a fêmea pode influenciar o desenvolvimento gonadal e limitar a quantidade e a qualidade de ovos e larvas

produzidos (JOHNSTON et al., 2007; SILVA; NGUYEN; INGRAM, 2008). Os reprodutores de peixes têm demonstrado necessidade de suplementação de nutrientes de alta qualidade, principalmente no início do desenvolvimento gonadal e no período da vitelogênese. Estudos com a alimentação de reprodutores têm buscado avaliar a influência individual de macro e micro nutrientes no desempenho dos mesmos.

Muitos autores verificaram que a composição de ácidos graxos da dieta afeta grandemente a qualidade da desova em peixes. Fernandes-Palácios (1995), observaram em dourada (*Sparus aurata*), que a composição de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA's) na dieta materna, principalmente o ácido eicosapentaenoico (EPA), pode influenciar a qualidade dos ovos e larvas. Ng e Wang (2011), estudando o aumento dos níveis de óleo palma em relação ao óleo de peixe na dieta de tilápia-do-Nilo, avaliaram melhor desempenho reprodutivo com a utilização do óleo de palma, o que foi explicado, em parte, pela melhor relação DHA/EPA, EPA/ARA e ácidos graxos poli-insaturados ômega-3/ômega-6.

Coldebella et al. (2013), observaram melhor desempenho reprodutivo em fêmeas de jundiá (*Rhamdia quellen*), quando alimentadas com rações contendo 8 – 14% de lipídeos, utilizando óleo de soja na dieta.

A importância das proteínas nas dietas para reprodutores tem sido bastante enfatizada. Segundo Coldebella et al. (2011), as proteínas estão presentes nos ovos de peixes como lipoproteínas, hormônios e enzimas, determinando a qualidade dos ovos e, conseqüentemente, a produção de larvas e alevinos em grande escala. Pesquisas realizadas para avaliar a exigência em proteína dietética, para um ótimo desempenho reprodutivo da tilápia, observaram que o intervalo de exigência varia de 30 – 40% (GUNASEKERA; SHIM; LAM 1996; El-SAYED; MANSOUR; EZZAT, 2003; OLIVEIRA, 2012). Os valores desse intervalo de requerimentos dependem principalmente da

espécie e tamanho do peixe, das fontes de proteína e energia da dieta, do desenho experimental e do sistema de cultivo. Estudos sobre a influência da proteína em dietas para reprodutores de tilápia-do-Nilo foram realizados por Oliveira (2012), que observaram efeitos dos níveis de proteína das dietas nos parâmetros reprodutivos, onde obtiveram melhor desempenho nos peixes que receberam a dieta com um nível de 38% de proteína.

Outros autores têm estudado os efeitos das vitaminas na reprodução, principalmente as vitaminas C e E, envolvidas nos processos antioxidantes. A vitamina C está relacionada com o metabolismo do colágeno, principal componente do esqueleto (ROTTA, 2003), sendo importante na fase de larvicultura. A vitamina E (alfa-tocoferol) é a principal vitamina lipossolúvel responsável por proteger a membrana celular da peroxidação lipídica (HUANG et al., 2003) e funciona como um antioxidante biológico, sendo, portanto, importante para a função do sistema imune e saúde do peixe.

A combinação das vitaminas C e E gerou resposta positiva na reprodução e qualidade dos ovos em “milkfish” (*Chanos chanos*) (EMATA; GAN; DAMASO, 2000) e melhorou as taxas de crescimento e qualidade do sêmen de “yellow perch” (*Perca flavescens*) em trabalho realizado por Lee e Dabrowski (2004).

Assim como em outros animais, as exigências nutricionais dos peixes, durante a fase reprodutiva, são diferentes das outras etapas do desenvolvimento, como larvas e juvenis que possuem rápido crescimento. Deve-se considerar, portanto, que cada espécie, em determinado estágio de maturação gonadal, possui necessidades fisiológicas distintas e requer níveis diferenciados de nutrientes (PEZZATO et al., 2004).

Peixes mantidos em sistema intensivo têm como principal ou única fonte de nutrientes a ração. Esta deve ser bem elaborada para satisfazer as exigências

de nutrientes e energia, que são primordiais para a produção de gametas e para as atividades de acasalamento ou desova.

Alguns parâmetros são utilizados para avaliar os efeitos da nutrição na reprodução. Entre eles, o índice gonadossomático, que relaciona o peso das gônadas com o peso da fêmea, durante o processo de maturação gonadal, aumenta gradativamente seus valores e seu pico coincide com o estágio de maturação mais avançada das fêmeas e seus menores valores são observados no repouso. Alguns sinais de retardamento no desenvolvimento gonadal, baixa eclodibilidade, diminuição na fertilização e baixa motilidade espermática são fatos que evidenciam a importância da nutrição no desempenho reprodutivo. Desse modo, durante as últimas duas décadas, mais atenção tem sido oferecida aos diferentes nutrientes nas dietas dos reprodutores.

2.2 ENERGIA EM DIETAS PARA PEIXES

O suprimento constante de energia, advindo do alimento ou das reservas corporais, estocadas na forma de gordura, proteína e glicogênio, é importante para o adequado funcionamento dos processos fisiológicos do peixe (KAUSHIK; MÉDALE, 1994). Segundo Pezzato et al. (2004), a energia é fundamental para manter os processos bioquímicos e fisiológicos vitais, sejam estes voluntários ou involuntários, como manutenção do balanço osmótico, crescimento, produção de ovócitos e espermatozoides, comportamento reprodutivo e outros.

A energia liberada pelo metabolismo dos alimentos assume as formas de energia livre, usada nos diferentes trabalhos orgânicos, e energia calórica, utilizada na termorregulação corporal. Os peixes, como seres pecilotermos, não utilizam esta última e, por isso, levam grande vantagem como transformadores

de alimentos em proteínas de alto valor nutritivo, em relação aos animais homeotérmicos.

O menor gasto energético nos peixes se deve também ao ambiente em que vivem, pois a água proporciona uma menor movimentação desses animais. Além disso, a amônia é o principal produto nitrogenado excretado nesses animais. Em aves e mamíferos, a amônia é convertida em ácido úrico e ureia, respectivamente, para então serem eliminados. Em peixes, a excreção da amônia ocorre através das brânquias por difusão direta para água, o que representa um processo simples e que demanda pouca energia.

Há várias formas de perdas de energia entre a ingestão e a recuperação nos produtos animais. A energia digestível (ED) é determinada pela energia bruta (EB), descontadas as perdas de energia nas fezes. A energia metabolizável (EM) representa a ED corrigida pelas perdas de energia através das brânquias e urina; a energia líquida representa a energia metabolizável, descontadas as perdas no incremento calórico (LOVELL, 1998).

A energia metabolizável é preferida em relação às EB e ED para expressar a exigência dietética, porque fornece uma estimativa mais precisa da energia utilizada para o crescimento. No entanto, a determinação da EM é difícil, em decorrência da dificuldade que o meio aquático proporciona para os estudos metabólicos. Além disso, a EM oferece pouca vantagem à utilização da ED, já que as perdas pelas brânquias e urina são pequenas (EL-SAYED, 2006).

A energia utilizada para as funções metabólicas nos peixes é proveniente, principalmente, dos constituintes dos lipídeos, os ácidos graxos (TOCHER, 2003) e proteínas, sendo estes os principais nutrientes essenciais para os peixes e os carboidratos menos evidentes (PORTZ; FURUYA, 2012). Dessa forma, a principal função dos lipídeos em peixes é a produção de energia metabólica para crescimento, reprodução e natação (TOCHER, 2003) e, ainda, disponibilizam uma quantidade considerável de ácidos graxos essenciais.

O conhecimento da quantidade de energia da ração que, ao contrário de proteínas, carboidratos e lipídeos, não é um nutriente, mas sim uma propriedade dos mesmos liberada durante o processo de oxidação metabólica, tem tanta importância quanto o conhecimento do teor de proteína (WEBSTER; LIM, 2002). No entanto, a energia da dieta para os peixes, proveniente do uso de cada classe desses nutrientes (proteína, lipídios e carboidratos) varia, normalmente, em relação ao balanço da ração e com as exigências da espécie que se está trabalhando. Os peixes utilizam fontes de energia diversas, havendo diferença na utilização da mesma pelas distintas espécies.

Atualmente, a formulação de dietas para animais tem sido feita visando às exigências energéticas. Para tanto, a relação energia/proteína é um ponto que merece atenção prioritária, quando da determinação das exigências nutritivas da espécie em questão.

Acredita-se que na época de reprodução ocorra uma mobilização de energia para crescimento e amadurecimento das gônadas, por isso, a suplementação dietética nessa fase é de extrema importância. No entanto, o desenvolvimento gonadal e, especialmente, a qualidade da desova dependem da qualidade nutricional das dietas para reprodutores, assim como o método de alimentação, incluindo níveis e tempo de fornecimento dos nutrientes aos reprodutores (IZQUIERDO; FERNANDEZ-PALACIOS; TACON, 2001).

2.3 LIPÍDEOS NA REPRODUÇÃO

Os lipídeos são os nutrientes mais energéticos na dieta e são requeridos também para a manutenção da estrutura e função da membrana celular. São também fontes de ácidos graxos nutricionalmente essenciais, ou seja, aqueles que o organismo não consegue sintetizar ou não são produzidos em quantidade adequada pelos animais para suprir a demanda de seus processos fisiológicos.

Os ácidos graxos desempenham importante papel no processo reprodutivo. Muitos autores verificaram a importância dos ácidos graxos insaturados das séries ômega 3 (n-3) e ômega 6 (n-6) na dieta das matrizes na qualidade das proles (LAVENS et al., 1999; FERNANDES-PALÁCIOS, 1995; MAZORRA et al., 2003; SARGENT; TOCHER BELL, 2002; FURUITA et al., 2007), no que se refere às taxas de fertilização e eclosão, composição de ácidos graxos dos ovos e qualidade das larvas.

Os lipídeos incorporados ao oócito durante a vitelogênese são provenientes da dieta ou das reservas corporais maternas, o que leva a uma maior necessidade nutricional dos reprodutores em relação aos animais em crescimento, principalmente de ácidos graxos essenciais (FURUITA et al., 2000).

A formação dos ácidos graxos altamente insaturados (HUFA's) das séries n-3 e n-6 ocorre por meio da conversão dos ácidos graxos linolênico e linoleico, respectivamente, advindos da dieta. No entanto, há uma diferença com relação à capacidade de conversão desses ácidos graxos entre espécies de água doce e marinha. As espécies de água doce, como a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), carpa comum (*Cyprinus carpio*), bagre americano (*Ictalurus punctatus*), tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), entre outras, possuem a capacidade de realizar o processo de conversão dos ácidos graxos linolênico e linoleico em HUFA's com muita eficiência.

Os eicosanoides são compostos oxigenados oriundos dos HUFA's de 20 carbonos e estão envolvidos em várias funções bioquímicas e fisiológicas, como processos inflamatórios, resposta ao estresse, liberação de ácidos gástricos e, também como precursores metabólicos das diversas formas de prostaglandinas (SARGENT, 1995; NELSON; COX, 2002), que estão envolvidas no processo de ruptura folicular e estímulo do comportamento da desova em fêmeas

(BALDISSEROTO, 2002), sendo assim, importantes no processo reprodutivo de peixes.

O ARA é o mais potente precursor da síntese de eicosanoides, sendo o EPA é capaz de gerar substâncias com a mesma função que aquelas sintetizadas pela rota do araquidonato, mas com efeitos mais brandos. Esses dois ácidos graxos competem entre si pelas enzimas de conversão, modulando a esteroidogênese. Sendo assim, a espermição e/ou a ovulação podem ser prejudicadas, se os níveis de ácidos graxos nutricionalmente essenciais forem inadequados (IZQUIERDO; FERNANDEZ-PALACIOS; TACON, 2001).

Os hormônios esteroides são fundamentais para a homeostase fisiológica e para o processo reprodutivo. O estradiol está relacionado com diversos processos fisiológicos que vão desde o desenvolvimento embrionário até a fase adulta. O desenvolvimento e a manutenção do sistema reprodutivo dos peixes, tanto em machos como em fêmeas, ocorre sob a influência do estradiol. Nas espécies ovíparas, o estradiol atua no fígado para regular a síntese de vitelogenina (LUBZENS et al., 2010). Nas gônadas, o estradiol desempenha um papel central na diferenciação sexual e na esteroidogênese. durante o ciclo reprodutivo (DORRINGTON; BENDELL; KHAN, 1993).

2.4 RELAÇÃO CARBOIDRATO: LIPÍDIO NA NUTRIÇÃO DE PEIXES

A quantidade adequada de proteína na dieta dos peixes é fundamental para que haja bom crescimento e desempenho reprodutivo. Carboidratos e lipídios são as principais fontes não proteicas de energia na dieta dos peixes e são também importantes, pois melhoram a eficiência de utilização da proteína.

Em geral, peixes tropicais de água doce apresentam maior capacidade de digestão e assimilação de carboidratos que peixes marinhos e de água fria. Da mesma forma, os peixes onívoros e herbívoros demonstram ser mais eficientes

no aproveitamento do carboidrato que os carnívoros. Os carboidratos são frequentemente utilizados nas dietas de peixes, apesar de as exigências nutricionais desse nutriente não estarem estabelecidas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2011). A sua incorporação na dieta em níveis adequados pode garantir melhor eficiência na utilização de outros nutrientes e contribuir no processo de extrusão da dieta, além de ser uma fonte energética abundante e barata em relação aos lipídeos e proteínas (KROGDAHL; HEMRE; MOMMSEN, 2005). Níveis altos de lipídios na dieta podem diminuir a estabilidade dos péletes e alterar as características de carcaça e a composição corporal dos peixes, no entanto, dietas deficientes nesse nutriente podem resultar em retardamento do crescimento e alterações fisiológicas (SILVA; ANDERSON, 1998).

As tilápias aproveitam bem os carboidratos e as gorduras como fontes de energia. Estes, em concentração adequada, possibilitam a economia de proteína dietética para o crescimento (KUBITZA, 2000) ou reprodução, podendo ainda, reduzir a excreção de nitrogênio e melhorar a qualidade da água de criação (KAUSHIK; MÉDALE, 1994).

Borba et al. (2006) verificaram em alevinos piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) efeito poupador de proteína com a adição de carboidratos e lipídios na dieta. A relação proteína /energia em dietas para tilápias em crescimento foi estudada por alguns autores (El-SAYED, 1987; El-SAYED; TESHIMA, 1992), no entanto, há poucas informações sobre o efeito da relação proteína/ energia na dieta para tilápias em reprodução. El-Sayed et al. (2008) obtiveram melhor desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo, trabalhando com 40% de proteína e 16,7 Mj/ Kg de energia bruta dietéticos.

Tendo em vista que um desequilíbrio das fontes não proteicas de energia na dieta, e/ou seus níveis de inclusão, podem ter efeito direto sobre o desempenho e composição corporal dos peixes (ERFANULLAH, 1998), é

necessária a determinação da concentração energética mais adequada para as diferentes espécies.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A relação entre a nutrição e a fisiologia reprodutiva é altamente complexa e um dos desafios da produção de peixes em sistemas de cultivo é entender esse mecanismo. Estudos com reprodutores de tilápia-do-Nilo demonstram a necessidade do fornecimento de dietas adequadas para ótimo desempenho, entretanto, pesquisas voltadas para a nutrição de fêmeas de primeiro ciclo reprodutivo são necessárias para que haja melhor desempenho desses animais quando alcançarem a maturidade reprodutiva.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ- LAJONCHERE, L. Nutrición de reproductores de peces marinos. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. MONTERREY, 8., 2007, Monterrey. **Anais...** Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2007. p. 15-17.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2002.

BHUJEL, R. C. et al. Selection of a commercial feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish breeding in a hapa – in – pond system. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 194, n. 3, p. 303–314, Aug. 2001.

BORBA M. R.; FRACALOSSO, D. M.; PEZZATO, L. E. Dietary energy requirement of piracanjuba fingerlings, *Brycon orbignyanus*, and relative utilization of dietary carbohydrate on lipid. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 183-191, June 2006.

CHONG, A. S. C. et al. Effect of dietary level on the reproductive performance of female swordtails *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 234, n. 1, p. 381–392, May 2004.

COLDEBELLA, I. J. et al. Effect of diferente dietary lipid levels on the reproduction of *Rhamdia quellen* (Quoy and Gaimard, 1824). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 19, n. 5, p. 751–764, Oct. 2013.

COLDEBELLA, I. J. et al. The effects of different protein levels in the diet on reproductive indexes of *Rhamdia quelen* females. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 312, n. 1, p. 137-144, Feb. 2011.

COWARD, K.; BROMAGE, N. R. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v. 10, n. 1, p. 1–25, Mar. 2000.

DORRINGTON, J. H.; BENDELL, J. J.; KHAN, S. A. Interactions between FSH, estradiol-17 beta and transforming growth factor-beta regulate growth and differentiation in the rat gonad. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v. 44, n. 4-6, p. 441-447, Mar. 1993.

DUPONCHELLE, F.; POUYARD, L.; LEGENDRE, M. Evidence of environmental effects on reproductive characteristics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) populations from man-made lakes of Ivory coast. **Aquatic Living Resources**, Paris, v. 11, n. 3, p. 137–144, May 1998.

EL-SAYED, A. F. M. **Tilapia culture**. Massachusetts: CABI, 2006.

EL-SAYED, A. M. et al. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 280, n. 1, p. 179-184, Aug. 2008.

EL-SAYED, A. 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**, Amsterdam, v. 220, n. 1, p. 619 - 632, Apr. 2003.

EL-SAYED, A.-F. M.; TESHIMA, S. Protein and energy requirement of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 103, n. 1, p. 55–63, Apr. 1992.

EL-SAYED, A.-F.M. **Protein and energy requirements of Tilapia zillii**. 1987. 147 p. Thesis (Fisheries and Wildlife) - Michigan State University, Michigan, 1987.

EMATA, A. C.; BORLONGAN, I. G.; DAMASO, J. P. Dietary vitamin C and E supplementation and reproduction of milkfish *Chanos chanos* Forsskal. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 31, n. 7, p. 557–564, July 2000.

ERFANULLAH, A. K. J. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth and body composition of walking catfish (*Clarias batrachus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, n. 1, p. 159-168, Feb. 1998.

FERNANDEZ-PALACIOS, H. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 132, n. 1, p. 325-337, october Oct. 1995.

FURUITA, H. et al. Effect of n-3 and n-6 fatty acids in broodstock diet on reproduction and fatty acid composition of broodstock and eggs in the Japanese eel *Anguilla japonica*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 267, n. 1, p. 55–61, July 2007.

FURUITA, H. et al. Effects of n-3 HUFA levels in broodstock diet on the reproductive performance and egg and larval quality of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 187, n. 3, p. 387–398, July 2000.

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**, Amsterdam, v. 146, n. 3, p. 245–259, Nov. 1996.

HUANG, C. H. et al. Dietary vitamin E supplementation affects tissue lipid peroxidation of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**, New York, v. 134, n. 2, p. 255–270, Feb. 2003.

IZQUIERDO, M. S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, n. 1, p. 25–42, June 2001.

JOHNSTON, A. T. et al. Hatching success of walleye embryos in relation to maternal and ova characteristics. **Ecology of Freshwater**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 295–306, Sept. 2007.

KAUSHIK, S. J., MÉDDALE, F. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 124, n. 1, p. 81–97, July 1994.

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**, Oxford, v. 11, n. 1, p. 11–17, Feb. 2005.

KROGDAHL, Å.; HEMRE, G. I.; MOMMSEN, T. P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 103–122, Mar. 2005.

KUBITZA, F. **TILAPIA: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Divisão de biblioteca e documentação, 2000.

LAVENS, P. et al. Effects of dietary essential fatty acids and vitamins on egg quality in turbot broodstocks. **Aquaculture International**, Sorrey, v. 7, n. 4, p. 225–240, July 1999.

LEE, K.; DABROWSKI, K. Long-term effects and interactions of dietary vitamins C and E on growth and reproduction of yellow perch, *Perca flavescens*. **Aquaculture**, Amsterdam, n. 1, v. 230, p. 377–389, Feb. 2004.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. London: Kluwer Academic Publishers, 1998.

LUBZENS, E. et al. Oogenesis in teleosts: how fish eggs are formed. **General and Comparative Endocrinology**, San Diego, v. 165, n. 3, p. 367-389, Feb. 2010.

LUPATSCH, I.; DESHEV, R.; MAGEN, I. Energy and protein demands for optimal egg production including maintenance requirements of female tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 41, n. 1, p. 763-769, Apr. 2010.

MAZORRA, C. et al. Dietary lipid enhancement of broodstock reproductive performance and egg and larval quality in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 227, n. 1, p. 21–33, Nov. 2003.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Estatísticas da pesca e aquicultura 2011**. Brasília: MPA, 2011. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>>. Acesso em: 17 de fev. 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington: National Academy Press, 2011.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

NG, W. K.; 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**, Amsterdam, v. 314, n. 1, p. 122-131, Apr. 2011.

OLIVEIRA, M. M. **Dietas para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2012. 96 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

PEZZATO, L. E. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. et al. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 75-170.

PORTZ, L.; FURUYA, W. M. Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p. 66-77.

ROTTA, M. A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. Mato Grosso: Embrapa – Corumbá, 2003.

SARGENT, J. R.; TOCHER, D. R.; BELL, J. G. The lipids. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. (Ed.). **Fish nutrition**. San Diego: Academic Press, 2002. p. 181–246.

SARGENT, J.R. Origins and functions of egg lipids: nutritional implications. In: BROMAGE, N. R.; ROBERTS, R. J. (Ed.). **Broodstock management and egg and larval quality**. London: Blackwell Science, 1995. p. 353–372.

SILVA, S. S. de; ANDERSON, T. A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman and Hall, 1998.

SILVA, S. S.; NGUYEN, T. T. T.; INGRAM, B. A. Fish reproduction in relation to aquaculture. In: ROCHA, M. J.; ARUKWE, A.; KAPOOR, B. G. (Ed.). **Fish reproduction**, 2008. Enfield: Science, 2008. p. 535-575.

TOCHER, D. R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. **Reviews in Fisheries Science**, Boca Raton, v. 11, n. 2, p. 107-184, Feb. 2003.

WATANABE, T. et al. Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of sea bream. **Nippon Suisan Gakkaishi**, Tokyo, v. 50, n. 3, p. 495-501, June 1984.

WEBSTER, C. D.; LIM, C. E. **Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture**. New York: CAB International, 2002.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

ARTIGO: Desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo em primeiro ciclo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações com níveis crescentes de energia.

Tamira M. Orlando; Marinez M. de Oliveira; Ivan B. Allaman; Adriano C. Costa; Priscila V. e Rosa.

RESUMO

No presente estudo, objetivou-se avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo, alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível (ED). Foram utilizados 60 peixes, sendo 15 machos e 45 fêmeas com peso inicial médio de 71,71g e 82,6, respectivamente, numa proporção 3/1. Os peixes foram alojados em 15 caixas de fibra de vidro (500L) em sistema de recirculação a uma temperatura média de 27,5 °C. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiam de cinco rações com níveis crescentes de ED (3400, 3600, 3800, 4000 e 4200 Kcal/ Kg). Os níveis de ED não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) os índices hepatossomático, gonadossomático e de gordura visceral. A fecundidade absoluta foi influenciada pelos tratamentos ($P < 0,05$), onde os maiores valores foram observados a partir do nível de 3800 Kcal /Kg ED. A composição química corporal dos peixes também teve efeito significativo ($P < 0,05$), para as variáveis proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas, em que os peixes alimentados com o nível de 3800 Kcal/ Kg de ED, obtiveram o menor teor de proteína corporal, enquanto o acúmulo de EE foi o maior observado. Diante dos resultados obtidos, sugere-se que um nível de 4000 Kcal/ Kg de ED seja utilizado em dietas com 38% de proteína bruta para fêmeas de tilápia-do-Nilo em primeiro ciclo reprodutivo.

Palavras-chave: Nutrição. Energia digestível. Peixes. Reprodução

ABSTRACT

The present study aimed at evaluating the reproductive performance of Nile tilapia females fed diets containing different levels of digestible energy (DE). We used 60 fishes, being 15 males and 45 females, with average initial weight of 71.71g and 82.6 g, respectively, in a proportion of 3/1. The fishes were kept in 15 fiberglass cages (500L) in a recirculation system at an average temperature of 27.5 °C. The experimental design was completely randomized with five treatments and three replicates. The treatments consisted of five diets with increasing levels of DE (3.400, 3.600, 3.800, 4.000 and 4.200 Kcal energy/Kg). The levels of DE did not significantly influence ($P > 0.05$) the hepatosomatic, gonadosomatic and visceral fat indexes. Absolute fecundity was influenced by the treatments ($P < 0.05$), in which the highest values were observed from the level of 3800 Kcal/ Kg DE. The body chemical composition of the fish also presented significant effect ($P < 0.05$) for the crude protein (CP), ethereal extract (EE) and ash variables, in which fishes fed a level of 3800 Kcal/ Kg DE presented the lowest content of body protein, while the accumulation of EE was the highest observed. Based on these results, we suggest that a level of 4000 Kcal/ Kg DE be used in diets with 38% CP for Nile tilapia females in the first reproductive cycle.

Keywords: Nutrition. Digestible energy. Fishes. Reproduction.

INTRODUÇÃO

A tilapicultura é uma atividade crescente, sendo as tilápias o segundo grupo de maior produção mundial de peixes de água doce, apesar de ser uma espécie exótica no Brasil é a de maior cultivo no país, com cerca de 46% (253.000 t) da produção de peixes de água doce (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, 2011).

A tilápia-do-Nilo é uma espécie que se reproduz ao longo de todo o ano, com períodos vitelogênicos curtos, onde demanda uma elevada taxa metabólica para atender a esse processo fisiológico. As exigências nutricionais para a espécie foram compiladas por Furuya et al. (2010), a partir de trabalhos realizados no Brasil, no entanto, informações acerca das exigências de tilápias em período reprodutivo precisam ser investigadas.

A nutrição dos reprodutores tem grande importância para o desenvolvimento da tilapicultura, pois pode impactar a produção e disponibilidade de ovos, larvas e alevinos em quantidade e qualidade, que são necessários para o aumento da produção, no entanto, as fases iniciais de produção, como alevinagem e larvicultura, são hoje um dos fatores limitantes no cultivo da espécie (LUPATASCH; DESHEV; MAGEN, 2010).

A compreensão acerca da nutrição de peixes em fase reprodutiva ainda é limitada. Isso se deve principalmente às dificuldades de realizar experimentos com animais nesse estágio de desenvolvimento, pois são necessárias instalações de grande porte, alimentos de alta qualidade, recursos elevados e condições ambientais favoráveis (SILVA; NGUYEN; INGRAM, 2008).

O sucesso na reprodução de peixes em sistemas de cultivo depende da oferta de uma dieta adequada, que irá influenciar o processo de maturação dos gametas e no estoque de energia na forma de vitelo, que proporcionará a fonte

de energia necessária para o desenvolvimento inicial dos descendentes (MAÑANOS; DUNCAN; MYLONAS, 2008).

Estudos têm demonstrado que o nível de energia na dieta de tilápia-do-Nilo influenciam a sobrevivência da prole (BOMBARDELLI et al.; 2009) e que as fontes de óleo podem melhorar o desempenho reprodutivo da espécie (NG; WANG, 2011). No entanto, é importante que os animais jovens, que serão destinados à reprodução, sejam preparados para que possam expressar sua capacidade reprodutiva.

Assim, o presente estudo foi realizado, com o objetivo de avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo de primeiro ciclo alimentadas com dietas, contendo diferentes níveis de energia digestível e variando as proporções amido: lipídio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação de Piscicultura, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras – UFLA, no período de setembro a novembro de 2013, sendo 20 dias em período de adaptação e 60 dias experimentais. Os procedimentos adotados nesse experimento foram apurados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFLA, certificado pelo protocolo n° 008/12.

O ensaio foi realizado em laboratório com sistema de recirculação padrão e controle térmico da água ($27 \pm 0,5$ °C), provido de 15 caixas com capacidade total de 500L. Os valores médios dos parâmetros analisados para temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram 27,1 °C; 7,2 e 5,9 mg/L, respectivamente. Os parâmetros limnológicos foram mantidos dentro do intervalo recomendado para a reprodução de tilápias (BHUJEL, 2000) e são

considerados adequados para o desenvolvimento embrionário das mesmas (RANA, 1990).

ANIMAIS E TRATAMENTOS

Os peixes foram distribuídos em quinze caixas de 500L em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. Foram utilizados 60 reprodutores de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), sendo 45 fêmeas e 15 machos com peso inicial médio de 71,71g e 82,6, respectivamente. No início do período experimental, os animais foram medidos e pesados. As fêmeas foram marcadas com microchips e distribuídas aleatoriamente nas caixas numa proporção de 1 macho para cada 3 fêmeas.

Os tratamentos consistiram de cinco dietas (Tabela 1), as quais foram formuladas para serem isoproteicas (38% proteína bruta) e com níveis crescentes de energia digestível (3400, 3600, 3800, 4000 e 4200 Kcal de energia digestível/Kg de ração), obtidos aumentando-se o teor de óleo de soja nas dietas.

Tabela 1: Composição percentual e centesimal das dietas experimentais

| Energia Digestível (kcal/kg) | 3400 | 3600 | 3800 | 4000 | 4200 |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ingredientes (%) | | | | | |
| Farelo de Soja | 68,00 | 68,00 | 68,00 | 68,00 | 67,50 |
| Farinha de Peixe | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Farelo de Milho | 10,30 | 8,50 | 6,50 | 5,00 | 3,80 |
| Farelo de Trigo | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,00 | 2,80 |
| Alginato | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| Celulose | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,70 |
| DL – Metionina | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,10 |
| Óleo de Soja | 2,00 | 4,50 | 8,15 | 10,50 | 14,00 |
| Fosfato Bicálcico | 1,00 | 0,98 | 0,99 | 0,15 | 0,10 |
| Vit C ¹ | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Sal Comum | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Suplemento vit/min ² | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Caulim | 3,62 | 2,84 | 1,20 | 1,50 | 0,70 |
| BHT ³ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| TOTAL | 100,00 | 100,00 | 100,12 | 100,02 | 100,58 |
| Composição Centesimal ⁶ | | | | | |
| Matéria seca | 93,46 | 93,70 | 93,56 | 93,75 | 93,63 |
| Cinzas | 10,03 | 9,13 | 7,84 | 7,55 | 6,59 |
| Extrato Etéreo (%) | 5,16 | 8,45 | 12,30 | 14,25 | 16,97 |
| Fibra Bruta (%) ⁴ | 4,88 | 4,92 | 4,95 | 4,95 | 4,88 |
| Proteína Bruta (%) | 38,21 | 38,05 | 38,5 | 38,49 | 38,1 |
| Energia Digestível (kcal/kg) | 3487,36 | 3655,00 | 3823,54 | 3961,85 | 4102,53 |
| ED/PB (Kcal ED/g PB) | 9,1 | 9,6 | 9,9 | 10,2 | 10,7 |
| Amido : Lipídeo | 3,77 | 2,23 | 1,33 | 1,00 | 0,73 |

¹ Ascorbil monofosfatado com 35 % de principio ativo. ² Níveis de garantia, calculado nesta ração, do suplemento vitamínico e mineral (Mogiana Alimentos S/A – GUABI): vitamina A, 16.000 UI; Vitamina D, 4.500 UI; Vitamina E, 250 mg; Vitamina K, 30 mg; Vitamina B1, 32 mg; Vitamina B2, 32 mg; Vitamina B12, 32 mcg; Vitamina B6, 32mg; Vitamina C, 42000 mg; Ácido Pantotênico, 80 mg; Niacina, 170 mg; Biotina, 10 mg; Ácido Fólico, 10 mg; Colina, 2.000 mg; Cobalto, 0,5 mg; Cobre 20 mg; Ferro, 150 mg; Iodo, 1 mg; Manganês, 50 mg; Selênio, 1 mg; Zinco, 150 mg; Aditivo Antioxidante, 150 mg. ³ Butil-Hidroxi-tolueno (antioxidante). ⁴ Valores calculados. ⁶ Composição centesimal realizada no Laboratório de Produção Animal (DZO) da UFPA.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Durante o experimento, os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (às 8h e às 14h) até a saciedade e as caixas foram limpas diariamente para a retirada das excretas.

Para determinar o desempenho reprodutivo das fêmeas, a cada seis dias foi realizada a avaliação da cavidade bucal das mesmas para a coleta dos ovos individualmente. Quando presente, a coleta da desova foi realizada, através de contra fluxo da orofaringe, com auxílio de piceta e béquer. Durante esse procedimento, mensurou-se o peso das fêmeas, por meio de balança digital de precisão (0,01 g). Em seguida, as fêmeas desovantes foram identificadas por meio do leitor de microchip e devolvidas para suas respectivas caixas até a próxima coleta. Esse procedimento foi repetido por 60 dias.

Os ovos coletados foram contados e pesados em balança de precisão digital com três casas após a vírgula, para estimar a fecundidade relativa (número ovos por grama de peso da fêmea), a fecundidade absoluta (número total de ovos por desova), o peso da desova e o índice da desova (peso da desova por grama de peso da fêmea).

Após cada desova, foi coletada uma amostra de 15 ovos e fixada em formalina tamponada 4% (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2000) para posterior análise morfométrica. Os ovos restantes foram incubados artificialmente em incubadoras experimentais, confeccionadas em PVC, com capacidade de 200 mL em cada unidade com aeração constante. A temperatura no sistema de incubação foi ajustada para $28 \pm 0,5$ °C.

Após a absorção do saco vitelínico, uma amostra de 15 pós-larvas de cada incubadora foi coletada e fixada em formalina tamponada 4% para a posterior determinação do comprimento total. As análises morfométricas dos ovos e pós-larvas, foram realizadas, utilizando-se estereoscópio Motic® SMZ

168, com câmera Moticam® acoplados ao software de análise de imagem Motic Image Plus 2.0, onde determinou-se o diâmetro médio dos ovos (comprimento maior + comprimento menor/ 2) e o comprimento total das pós-larvas.

COLETA EXPERIMENTAL E ANÁLISES BROMATOLÓGICAS

No final da fase experimental, após jejum de 24h todas as fêmeas foram submetidas à eutanásia por meio de uma concentração de 300 mg L⁻¹ de benzocaína (ROSS; ROSS, 2008). Em seguida, procedeu-se à dissecação e mensuração do peso do fígado, gônadas e gordura visceral para os cálculos dos seguintes índices: Índice gonadosomático (IGS) = [(peso das gônadas* 100) / peso do peixe]; Índice hepatosomático (IHS) = [(peso do fígado * 100) / peso do peixe]; Índice de gordura visceral (IGV) = [(peso da gordura visceral * 100) / peso do peixe].

Todo o material foi armazenado à -80°C, para posterior análise da composição centesimal dos peixes inteiros. A composição centesimal das dietas experimentais e dos peixes foi realizada no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.

As carcaças dos peixes passaram pelo processo de pré-secagem em liofilizador (LIOBRAS, L 202, São Carlos, SP, Brasil) à -50°C por 72 h. As dietas e os peixes foram homogeneizados e analisados para matéria seca, cinzas, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta, de acordo com o método padrão (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005). A matéria seca foi determinada após processo de secagem de 12h a 105°C, até peso estável e as cinzas foram determinadas por incineração dos componentes orgânicos, após 5h a 550°C, utilizando forno (LF 0213, JUNG, São Paulo, Brasil). O teor de proteína bruta (N × 6,25) foi detectado pelo método de

Kjeldahl. O teor de extrato etéreo foi determinado por extração com éter etílico com um sistema de extração Soxhlet (SILVA; QUEIROZ, 2002).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de resíduos, normalidade, correlação e homogeneidade de variâncias, utilizando-se os testes de Shapiro Wilk, Durbin Watson e Levene, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância, seguido pelo teste de Scott-Kinott a 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas pelo software R DEVELOPMENTS CORE TEAM, 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo demonstra que não houve efeito dos níveis de energia digestível (ED) da dieta ($P > 0,05$) para as variáveis peso final (PF), índice hepatossomático (IHS), índice gonadossomático (IGS) e índice de gordura visceral (IGV) (TABELA 2).

Tabela 2: Peso final (PF) e índices gonadossomático (IGS), hepatossomático (IHS) e de gordura visceral (IGV) de fêmeas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações com diferentes níveis de energia.

| Variáveis | Energia Digestível (kcal/kg) | | | | | CV (%) |
|-----------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 3400 | 3600 | 3800 | 4000 | 4200 | |
| PF (g) | 80,95 | 64,50 | 75,44 | 77,61 | 72,65 | 10,20 |
| IGS | 3,26 | 3,39 | 2,90 | 2,45 | 2,71 | 45,96 |
| IHS | 1,42 | 1,43 | 1,39 | 1,35 | 1,26 | 25,76 |
| IGV | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,09 | 19,27 |

CV - Coeficiente de variação (%)

Os efeitos para o IGS e IHS corroboram com os resultados relatados por Bombardelli et al. (2009), trabalhando com diferentes níveis de energia na dieta de fêmeas de tilápia-do-Nilo, em que não verificaram efeitos significativos da dieta para esses parâmetros. Coldebella et al. (2013), que trabalhando com diferentes níveis de óleo para fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*), também não observaram diferenças entre os tratamentos para o IGS e IHS, mas diferem com relação ao IGV em que os as fêmeas alimentadas com 14 e 20% de lipídio na dieta apresentaram maior acúmulo de gordura visceral.

As tilápias utilizam grande quantidade de energia no processo reprodutivo, incluindo comportamento agressivo do macho, acasalamento, cuidado com a ninhada, defesa territorial e incubação oral dos ovos (EL-SAYED; KAWANA, 2008), período no qual permanecem sem se alimentar e precisam mobilizar as reservas de energia endógena para manterem seus processos metabólicos. Caso a reserva de energia não seja suficiente para sustentar essas funções, a proteína tecidual será mobilizada e catalisada para ser utilizada como fonte energética.

Os efeitos dos níveis de ED na dieta sobre a composição corporal dos peixes estão indicados na TABELA 3. As dietas experimentais influenciaram significativamente ($P < 0,05$) as variáveis proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas corporal.

Tabela 3. Composição química (% da matéria seca) de reprodutores alimentados com diferentes níveis de energia

| Variáveis (kcal/kg) | Energia Digestível | | | | | CV (%) |
|------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 3400 | 3600 | 3800 | 4000 | 4200 | |
| Matéria Seca | 17,52 | 18,94 | 19,87 | 19,21 | 19,48 | 15,98 |
| Proteína bruta | 64,59 a | 62,35 c | 60,42 d | 62,99 b | 63,19 b | 0,60 |
| Extrato Etéreo | 13,82 c | 17,71 b | 20,26 a | 16,72 b | 17,06 b | 9,44 |
| Cinzas | 20,57 a | 18,33 b | 18,05 b | 18,97 b | 18,17 b | 7,97 |

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Kinott.

Os peixes alimentados com o menor nível de energia apresentaram maior deposição de proteína corporal, enquanto os menores valores foram observados nos peixes alimentados com o nível 3800 Kcal/ Kg de ED, que também obtiveram maior composição em EE. Isso sugere que os peixes submetidos a esse tratamento degradaram proteína corporal para ser utilizada como fonte de energia, enquanto os lipídios dietéticos foram armazenados na carcaça. A partir do nível de 4000 Kcal/ Kg de ED, a deposição proteica aumentou, acumulando menos gordura corporal.

A fecundidade é um dos parâmetros que podem ser utilizados para determinar a qualidade dos ovos. Segundo Izquierdo, Fernandez-Palacios e Tacon (2001), a fecundidade representa o número total de ovos produzidos por

peixe, que pode ser expresso como o número de ovos por desova ou pela relação entre a quantidade de ovos e o peso corporal.

As fêmeas que receberam as dietas com os níveis de 3800, 4000 e 4200 Kcal de ED apresentaram maior fecundidade absoluta ($P < 0,05$), enquanto as demais variáveis de desempenho reprodutivo (TABELA 4), peso da desova (PD), índice da desova (ID), fecundidade absoluta (FA), fecundidade relativa (FR), diâmetro médio (DM) dos ovos e comprimento total (CT) das pós-larvas não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos ($P > 0,05$).

Tabela 4. Desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações com diferentes níveis de energia.

| Variáveis | Energia Digestível (kcal/kg) | | | | | CV (%) |
|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | 3400 | 3600 | 3800 | 4000 | 4200 | |
| FA | 374,02 b | 348,50 b | 467,82 a | 457,33 a | 449,32 a | 9,06 |
| FR | 5,15 | 5,10 | 6,32 | 5,60 | 6,57 | 13,97 |
| PD | 5,00 | 3,83 | 5,70 | 4,64 | 5,58 | 35,56 |
| ID | 6,81 | 5,48 | 7,37 | 6,47 | 9,43 | 28,99 |
| CL | 8,26 | 8,06 | 8,37 | 8,21 | 8,43 | 4,05 |
| DM | 2,17 | 2,05 | 2,16 | 2,19 | 2,21 | 6,14 |

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Kinott.

O tamanho do peixe influencia a fecundidade, fêmeas maiores produzem mais ovos por desova que fêmeas menores, apesar de o número de ovos por desova ser muito variável (LUPATSCH; DESHEV; MAGEN, 2010). A fecundidade também pode variar entre as diferentes linhagens de tilápias,

podendo ocorrer dentro de uma mesma espécie, dependendo das condições de cultivo (GOMEZ-MARQUEZ et al., 2003).

Ng e Wang (2011), comparando a inclusão de óleo de palma com óleo de peixe e de linhaça para reprodutores de tilápias-do-Nilo, não verificaram diferenças significativas com relação às fecundidades absoluta e relativa. Os valores encontrados para a FR ,neste trabalho, são próximos aos obtidos por outros autores (HAJIZADEH; JAUNCEY; RANA, 2008; BOMBARDELLI et al., 2009; GUNASEKERA, SHIM; LAM, 1996).

El-Sayed e Kawana (2008), obtiveram melhora na fecundidade, combinando os níveis de 16,7 Mj (3988 Kcal/ Kg) de energia bruta (EB) e 40% de proteína na dieta para tilápia-do-Nilo; no entanto, houve piora com o aumento do teor de energia para 18,8 Mj (4490 Kcal/ Kg), independente dos níveis de proteína.

O vitelo nas larvas de peixes é uma reserva endógena de nutrientes que proporciona a nutrição das larvas (MAZORRA; BRUCE; BELL, 2003) até que estas sejam capazes de capturar e digerir os alimentos disponíveis no meio. Pouco se sabe acerca da influência da nutrição materna no crescimento das pós-larvas, ou seja, depois da absorção do saco vitelínico (SOUSA et al., 2013).

Os resultados encontrados no presente estudo para diâmetro médio dos ovos foram semelhantes aos relatados por Ng e Wang (2011), que trabalhando com óleo de palma na dieta para reprodutores de tilápia, não encontram diferença significativa entre os tratamentos. O intervalo dos valores de diâmetro médio dos ovos obtidos neste trabalho foi de 2,05 a 2,21 mm. Resultados próximos foram relatados por Bombardelli et al. (2009), de 2,22 a 2,30 mm, os quais trabalharam com fêmeas de tilápia com peso médio de 158g e Hajizadeh, Jauncey e Rana (2008), com diferentes fontes de óleo na dieta de tilápia.

A nutrição dos reprodutores pode influenciar a qualidade da progênie, uma vez que os nutrientes na dieta das fêmeas são incorporados durante a

vitelogênese nos ovos e, conseqüentemente, irão refletir na qualidade das pós-larvas. No presente estudo, foi observado um valor médio de 8,26 mm para o comprimento total das pós-larvas. Esses resultados estão próximos aos encontrados por Ng e Wang (2011), mas diferem dos encontrados por El- Sayed e Kawana (2008), que alternando os níveis de energia e proteína em dietas para tilápia, observaram um comprimento em torno de 11,6 mm das pós-larvas. Esses autores também obtiveram um melhor desempenho reprodutivo nos peixes que receberam uma dieta com 16,7 Mj (3988 Kcal/Kg) de energia bruta e 40% de proteína bruta.

CONCLUSÃO

Os níveis de energia na dieta, obtidos com a inclusão do óleo de soja, influenciou a fecundidade e a composição corporal de fêmeas de tilápia-do-Nilo em primeiro ciclo reprodutivo, alimentadas por um período de 60 dias. De acordo com os resultados observados no presente estudo, sugere-se a utilização de 4000 Kcal/Kg de ED em dietas com 38% de proteína e uma relação lipídio: amido de 1,0.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2005.

BOMBARDELLI, R. A. et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nylo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1391-1399, ago. 2009.

BHUJEL, R. C. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapu-based systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 181, n. 1, p. 37-59, Jan. 2000.

COLDEBELLA, I. J. et al. Effect of diferente dietary lipid levels on the reproduction of *Rhamdia quellen* (Quoy and Gaimard, 1824). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 19, n. 5, p. 751-764, Oct. 2013.

EIRAS, C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. Maringá: Eduem, 2000.

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**, Amsterdam, v. 280, n. 1, p. 179-184, Aug. 2008.

FURUYA, W. M. et al. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010.

GÓMEZ-MÁRQUEZ, J. L. B. et al. Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, Mexico. **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 51, n. 1, p. 221-228, Mar. 2003.

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**, Amsterdam, v. 146, n. 3, p. 245-259, Nov. 1996.

HAIJZADEH, A.; JAUNCEY, K.; RANA, K. Effects of dietary lipid source on egg and larval quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE 8., 2008, Cairo. **Proceedings...** Cairo: American Tilapia Association, 2008. p. 965–977.

IZQUIERDO, M. S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, n. 1, p. 25–42, June 2001.

LUPATSCH, I.; DESHEV, R.; MAGEN, I. Energy and protein demands for optimal egg production including maintenance requirements of female tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 41, n. 1, p. 763–769, Apr. 2010.

MAÑANOS, E.; DUNCAN, N.; MYLONAS, C. Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. In: CABRITA, E.; ROBLES, V.; HERRÁEZ, P. **Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species**. Boca Raton: CRC Press, 2008. p. 3 – 80.

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**, Amsterdam, v. 227, n. 1, p. 21–33, Nov. 2003.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Estatísticas da pesca e aquicultura 2011**. Brasília: MPA, 2011. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

NG, W. K.; 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**, Amsterdam, v. 314, n. 1, p. 122–131, Apr. 2011.

RANA, K. Influence of incubation temperature on *Oreochromis niloticus* (L.) eggs and fry. I. Gross embryology, temperature tolerance and rates of embryonic development. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 87, n. 2, p. 165–181, June 1990.

ROSS, L. G.; ROSS, B. **Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise dos alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

SILVA, S. S. de; NGUYEN, T. T. T.; INGRAM, B. A. Fish reproduction in relation to aquaculture. In: ROCHA, M. J.; ARUKWE, A.; KAPOOR, B. G. (Ed.). **Fish Reproduction**, Enfield: Science, 2008. p. 535-575.

SOUSA, S. M. N. et al. Growth of Nile tilapia post-larvae from broodstock fed diet with different levels of digestible protein and digestible energy. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 8, p. 535- 540, Aug. 2013.