



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE ENGENHARIA E PESCA

PLÁCIDO SOARES DE MOURA

**DESENVOLVIMENTO LARVAL E INFLUÊNCIA DO PESO DAS FÊMEAS NOS
PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*.**

FORTALEZA
2010



PLÁCIDO SOARES DE MOURA

**DESENVOLVIMENTO LARVAL E INFLUÊNCIA DO PESO DAS FÊMEAS NOS
PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*.**

Monografia submetida à Coordenação do curso de Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias


FORTALEZA

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M889d Moura, Plácido Soares de.
Desenvolvimento larval e influência do peso das fêmeas nos parâmetros reprodutivos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* / Plácido Soares de Moura. – 2010.
34 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2010.
Orientação: Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias.
1. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 639.2



**DESENVOLVIMENTO LARVAL E INFLUÊNCIA DO PESO DAS FÊMEAS NOS
PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*.**

Monografia submetida à Coordenação do curso de Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Aprovada em 02/12/2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof^a Dr^a. Silvana Saker Sampaio
Universidade Federal do Ceará - UFC

Eng. Pesca. Me. Ricardo Lafaiete Moreira

AGRADECIMENTOS

A Deus, meus Pais, Antonio e Rita de Cássia e a Maria Ferreira.

A São Francisco de Assis e São Pedro padroeiro dos pescadores, aos quais presto devoção e levo os ensinamentos para a vida.

Aos professores educadores, que tem como missão moldar o intelecto e o caráter de pessoas.

Ao orientador Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias.

Aos membros da banca examinadora, em especial a Prof^ª. Dr^ª. Silvana Saker Sampaio, pela ajuda na execução e correção do trabalho.

A todos os parceiros de pesquisa e amigos do GEAQ (Grupo de Estudos em Aquicultura), em especial, Ricardo Lafaiete Moreira, Francisco Roberto dos Santos Lima, Antonio Glaydson Lima Moreira e Erivânia Gomes Teixeira, que sempre estiveram dispostos a auxiliar na minha formação.

Aos poucos e grandes amigos que conquistei no período de graduação. Que serviram de exemplo ou simplesmente tiveram uma palavra de motivação ou alegria nos momentos difíceis.

Aos grandes amigos e familiares, Felipe Costa “Pote”, Carlos Werneck, Diego Catunda e Wedja Colares.

A todas as pessoas que me auxiliaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

O Brasil vem se destacando na produção mundial de tilápia do Nilo, no entanto muitas dificuldades no cultivo desta espécie são relatadas, como a baixa quantidade de alevinos em larviculturas comerciais, insuficientes para suprir a demanda do mercado. Na primeira fase do trabalho, foi acompanhado o desenvolvimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) até a absorção total do vitelo. Na segunda fase, foram realizadas distribuições das fêmeas desovadas em três classes de peso, Classe 1 (200-400 g), Classe 2 (400-600 g) e a Classe 3 a partir de 600 g (n=6), e as médias dos parâmetros reprodutivos foram testadas no intuito de se identificar a melhor produtividade de alevinos em relação ao peso. Na terceira fase do experimento, foram realizadas correlações entre os parâmetros, a fim de detectar a força de aproximação entre as variáveis e assim através de uma equação de regressão, correlacionar uma variável com a outra. Os resultados obtidos demonstram a facilidade do processo de reprodução em hapas e o controle da produção de pós-larvas pelo sistema de incubação artificial. As médias das fecundidades absolutas, das três classes de peso comparadas, não diferiram estatisticamente, com valores de 2.231 ± 375 , 2.583 ± 1.105 e 2.618 ± 1.263 para média de ovos \pm desvio padrão. A quantidade de pós-larvas sobreviventes ao processo de incubação artificial apresentou valores de 1.667 ± 348 , 1.765 ± 997 e 1.179 ± 824 , para as classes 1, 2 e 3 respectivamente. Não foi detectada diferença estatística entre as médias das classes 1 e 2, no entanto ambas diferiram da classe 3. Os dados de fecundidade relativa apresentaram diferença estatística entre as médias das classes 1 e 3, porém ambas não diferiram da classe 2. A maior média foi encontrada na classe 1 (200-400 g), com 6,84 ovos/g, seguida de 5,29 e 3,49 ovos/g para as classes 2 e 3, respectivamente. As médias da quantidade de alevinos sobreviventes em relação ao peso da progenitora foram $5,09 \pm 1,3$, $3,67 \pm 2,3$ e $1,66 \pm 1,4$ para as classes 1, 2 e 3, respectivamente. Foi detectada diferença estatística entre as médias das classes 1 e 3, no entanto ambas não diferiram da classe 2. O último parâmetro avaliado foi o percentual de eclosão, sendo detectada diferença significativa entre as médias das classes 1 e 3, no entanto ambas não diferiram da classe 2. Os valores foram de $76,5 \pm 18,9$, $69,6 \pm 25,5$, $44,6 \pm 19,9$ para as classes 1, 2 e 3, respectivamente. Foram testadas as correlações entre: o peso da fêmea (x) e fecundidade absoluta, quantidade de pós-larvas, fecundidade relativa, número de pós-larvas/g e percentual de eclosão (y). Apenas peso /fecundidade absoluta não evidenciou correlação estatisticamente significativa. Todas as curvas tiveram comportamento inversamente proporcional entre as variáveis. A maior correlação obtida no presente trabalho foi evidenciada entre as variáveis peso e número de alevinos/g, com o coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,7195, obtendo uma distribuição inversa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Hapa de reprodução de tilápia do Nilo instalado dentro do tanque de alvenaria, na estação de piscicultura.....	15
FIGURA 2	Coleta de ovos diretamente da boca da reprodutriz na estação de piscicultura.....	16
FIGURA 3	Sistema utilizado para incubação artificial dos ovos de tilápia do Nilo.	17
FIGURA 4	Técnica de contagem de ovos de tilápia do Nilo. Detalhe no canto direito: registrador do programa de contagem.....	18
TABELA 1	Acompanhamento diário dos parâmetros físico-químicos da água da incubadora de ovos de tilápia do Nilo.....	21
FIGURA 5	Comprimento médio das pós-larvas de tilápia do Nilo durante a incubação artificial até o consumo das reservas vitelínicas.....	22
FIGURA 6	Acompanhamento fotográfico diário na estação de piscicultura do desenvolvimento das larvas de tilápia do Nilo até o consumo total do vitelo, com aumento ocular de 16X.....	23
TABELA 2	Desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia do Nilo, sob processo de incubação artificial, médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.....	24
FIGURA 7	Número de pós- larvas sobreviventes em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.....	27
FIGURA 8	Fecundidade relativa (ovos/g) em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.....	27
FIGURA 9	Número de pós-larvas sobreviventes/g em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.....	28
FIGURA 10	Percentual de eclosão em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 O pescado como alimento.....	8
1.2 Cultivo de organismos aquáticos.....	8
1.3 Tilapicultura.....	9
1.4 A tilápia do Nilo.....	10
1.5 Biologia da espécie.....	10
1.6 Larvicultura.....	11
1.7 Parâmetros reprodutivos.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Reprodução dos espécimes.....	14
2.2 Incubação artificial.....	16
2.3 Avaliação da desova e incubação artificial.....	17
2.3.1 Quantificação de ovos e pós-larvas.....	17
2.3.2 Medição de ovos e larvas.....	18
2.3.3 Taxa de sobrevivência e desempenho reprodutivo.....	19
2.4 Análise estatística.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 Reprodução.....	20
3.2 Incubação artificial.....	20
3.2.1 Desenvolvimento larval.....	21
3.3 Desempenho reprodutivo.....	23
3.4 Correlação peso e parâmetros reprodutivos.....	26
4. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

DESENVOLVIMENTO LARVAL E INFLUÊNCIA DO PESO DAS FÊMEAS NOS PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*.

PLÁCIDO SOARES DE MOURA

1 INTRODUÇÃO

1.1 O pescado como alimento

O consumo de pescado tem crescido nos últimos anos, principalmente pelas suas importantes características nutricionais, dentre elas o elevado teor de proteína e aminoácidos essenciais, ácidos graxos poliinsaturados, vitaminas e minerais. Tais características comprovam os benefícios deste alimento para a saúde humana.

O músculo dos peixes em geral possui elevada digestibilidade em relação à carne de aves e mamíferos, além de possuir sabor agradável o que gera uma grande aceitação (BRUSCHI, 2001).

1.2 Cultivo de organismos aquáticos

A piscicultura é definida como o ramo da aquicultura responsável pelo cultivo de peixes. Os egípcios já praticavam esta atividade há mais de dois mil anos antes de Cristo, porém a atividade só se intensificou comercialmente a partir do século XX.

Segundo a FAO (2009a), a produção mundial de peixes, crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos, passou de 3,9% em 1970, para 36,0% em 2006. Este crescimento é justificado pelo aumento na demanda mundial de peixes cultivados, crescimento populacional, aumento da renda e benefícios nutricionais deste alimento, além da exaustão dos estoques pesqueiros (FÜLBER *et al.*, 2009). O Brasil é responsável por mais de 289 mil toneladas da produção mundial de pescado cultivado, no entanto mesmo com o grande

potencial hídrico e clima favorável, essa produção ainda não é tão expressiva quando comparada a dos grandes produtores asiáticos como a China (31 milhões de toneladas), porém vem se intensificando a cada ano, resultando em um aumento de 179% em dez anos (FAO, 2009b).

1.3 Tilapicultura

O cultivo de tilápias, também conhecido como tilapicultura, é realizado atualmente de várias formas, variando desde cultivos semi-intensivos em tanques que recebem dejetos animais para fertilização da água a cultivos intensivos em "raceways" e tanques-redes com grande disponibilidade de água e altas densidades de estocagem, sendo o cultivo intensivo o mais utilizado pelos criadores. Segundo Kubitza (2000), os sistemas de produção utilizados no cultivo de tilápias variam em função dos recursos financeiros e insumos, acesso e viabilidade do emprego de tecnologia, disponibilidade de água e área, condições climáticas, mercado consumidor e das características intrínsecas de cada empresa.

A tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) é uma espécie rústica e amplamente cultivada porque cresce e se reproduz em uma ampla gama de condições ambientais e tolera o estresse induzido por manipulação (TSADIK ; BART, 2007), além de ser bastante apreciada pelo mercado consumidor. Atualmente a espécie está entre as dez mais cultivadas no mundo, incluindo crustáceos e moluscos, e é o segundo grupo de peixe de água doce mais cultivado mundialmente, perdendo apenas para as carpas (RIDHA, 2006). Segundo a FAO (2009b), a produção mundial de tilápias alcançou mais de dois milhões de toneladas no ano de 2007.

A produção nacional de tilápia do Nilo no ano de 2005 foi de 67.850,5 toneladas, correspondendo a 38% da produção de peixes do País, distribuídos em todas as unidades federativas, destacando-se entre elas o estado do Ceará que produziu 16.800 t, equivalente a 25% da produção nacional, seguidos dos estados do Paraná e São Paulo com produções de 12.097 e 9.821 toneladas respectivamente (IBAMA, 2007).

1.4 A tilápia do Nilo

As tilápias pertencem à família Cichlidae, que compreende cerca de 1.200 espécies. São nativas da África, Israel e Jordânia e tiveram sua distribuição mundial expandida nos últimos 50 anos. Atualmente, cerca de vinte e duas espécies de tilápias se encontram em criações comerciais em mais de cem países (FITZMMONS, 2000).

No Brasil, a tilápia do Nilo foi introduzida na região Nordeste no ano de 1971 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), através de um plantel, da linhagem Bouaké, proveniente da Costa do Marfim no oeste africano. Esta linhagem foi utilizada para formação dos plantéis de reprodutores, a fim de realizar a produção de alevinos para peixamentos em açudes e cultivos. De acordo com Lovshin e Ciryno (1998), a espécie foi distribuída pelo País, sendo cultivada desde a bacia do rio Amazonas até o Rio Grande do Sul.

Com o objetivo de melhorar geneticamente o plantel de tilápias no Brasil, a Associação Paranaense dos Produtores de Alevinos (ALEVINOPAR), com o apoio da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e de outros órgãos governamentais importaram, em 1996, da Tailândia matrizes da linhagem chitralada conhecida também como tailandesa que foram doadas pelo Asian Institute of Technology (AIT) (LOVSHIN, 1998; ZIMMERMANN, 2000).

Em 2002, atentando para a insatisfação dos piscicultores nordestinos com os resultados obtidos na produção de tilápias, o DNOCS importou um novo lote de tilápias tailandesas (var. chitralada) para formar um plantel de reprodutores de boa qualidade genética (CAJADO, 2004).

1.5 Biologia da espécie

A tilápia do Nilo é um peixe de hábito alimentar onívoro podendo ingerir uma grande variedade de alimentos na natureza, tais como fitoplâncton, zooplâncton, invertebrados aquáticos, matéria orgânica em decomposição e até larvas de peixes. Em condições de cultivo, consomem ração com facilidade desde o período larval (MEURER *et al.*, 2002). Outra característica positiva da aquicultura de tilápias é a tolerância à baixa qualidade da

água, sobrevivendo em baixos níveis de oxigênio dissolvido e ampla faixa de pH. Além disso, crescem bem e até se reproduzem em águas salobras, tolerando altas concentrações de amônia tóxica. Quanto à temperatura, apresentam conforto térmico entre 27 e 32°C e, por serem peixes de clima tropical, em temperaturas fora desta faixa deixam de se alimentar normalmente e podem até mesmo apresentar supressão do sistema imunológico (KUBTIZA, 2000).

Segundo Popma e Masser (1999), "tilápia" é o nome genérico de um grupo de ciclídeos composto pelos gêneros *Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilapia*. Todas as espécies de tilápia constroem ninhos, onde os ovos fertilizados são guardados por um dos pais. Porém, a diferença mais marcante é quanto à incubação dos ovos. Os gêneros *Sarotherodon* e *Oreochromis* realizam a incubação oral dos ovos logo após serem fertilizados no ninho. *Oreochromis* é o único gênero de incubação oral exclusiva pela fêmea, enquanto nas outras, ambos os sexos podem realizar o processo. Em todas as espécies do gênero *Oreochromis* o macho escava um ninho no fundo do tanque e se acasala com várias fêmeas.

A maturidade sexual em tilápia é função da idade, tamanho e condições ambientais. Estes animais realizam desovas parceladas, podendo ocorrer de 10 a 12 desovas anuais por fêmea e, devido a este grande número de desovas durante um ciclo de produção, ocorre uma rápida superpopulação nos viveiros. Este fato é indesejado pois as larvas e alevinos competirão por espaço e alimento, afetando negativamente o rendimento do lote (BYAMUNGU; DARRAS; KUHN, 2001; SHELTON, 2000; 2002).

1.6 Larvicultura

Esta etapa do cultivo é, sem dúvida, uma das mais delicadas, pois as fases subsequentes dependem diretamente da qualidade dos alevinos produzidos. Com o crescimento da piscicultura nacional, um dos grandes desafios dos produtores é o fornecimento contínuo de ovos, larvas e juvenis, em quantidade e qualidade, ou seja, com altas taxas de sobrevivência, boa formação, tamanho uniforme e bom potencial genético para favorecer o rápido crescimento. Somente desta forma, é possível satisfazer a procura, cada vez mais exigente, por este peixe (LITTLE; TURNER; BHUJEL, 1997; RADÜNZ NETO; TROMBETA; MEDEIROS, 1999; WATANABE, 1985).

Alevinos de tilápia podem ser produzidos em viveiros, hapas e tanques de concreto (AIT, 1994; BAUTISTA, 1987). Os hapas possuem vantagens em relação a outras formas de obtenção de pós-larvas, entre estas um menor investimento em relação à construção de tanques, possibilidade de utilização de açudes e viveiros escavados, menor necessidade de mão-de-obra na coleta de reprodutores, pós-larvas e até ovos diretamente da boca das fêmeas. Na reprodução em hapas, a quantidade de alevinos obtida é equivalente ou maior que as outras formas de captura, além de propiciar uma maior sincronia de desova dos reprodutores (LITTLE; MACINTOSH; EDWARDS, 1993).

O fato da tilápia do Nilo ser bastante prolífera e as fêmeas utilizarem grande parte de suas reservas para maturação gonadal resulta na indicação do cultivo monosexo. Segundo Beardmore; Mair e Lewis, (2001), a vantagem predominante da cultura monosexo é a superioridade de crescimento dos machos. Para a obtenção de alevinos apenas do sexo masculino é utilizada, mais comumente, a suplementação da ração com o andrógeno sintético 17-alfa-metiltestosterona, durante o primeiro mês de vida, na concentração de 10 mg kg^{-1} de alimento (CHAKRABORTY *et al.*, 2007; GUERRERO, 1982; SMITH; PHELPS, 2001). Porém a técnica é mais satisfatória quando a alimentação com o andrógeno é iniciada logo após o consumo das reservas vitelínicas e início da alimentação exógena das pós-larvas.

Nos sistemas de criação esta dificuldade é comumente resolvida com a utilização de metodologias de incubação artificial dos ovos coletados diretamente das fêmeas que realizam a incubação oral (MACINTOSH; LITTLE, 1995). As técnicas de incubação proporcionam a padronização em tamanho e idade dos animais facilitando aplicações em tecnologias de indução de sexo fenotípico e manipulação cromossômica (MAIR, 1993; YASUI *et al.*, 2006; ZIMMERMANN, 1999).

1.7 Parâmetros reprodutivos

A evolução do cuidado parental em tilápia está associada com o aumento no tamanho do ovo e uma redução correspondente em sua fecundidade absoluta, expressa através do número de ovos por desova (NOAKES; BALON, 1982). A baixa fecundidade em combinação com a natureza assíncrona do comportamento de desova em tilápias cultivadas requer a gestão na exploração dos peixes, extensas instalações, além de um número grande de reprodutores, para manter a produção contínua de alevinos (COWARD; BROMAGE, 1999).

Estes requisitos podem ser reduzidos, em parte, pela utilização de reprodutores apresentando características reprodutivas, como tamanho dos ovos, fecundidade relativa elevada (nº ovos/peso vivo) (RANA, 1988). Segundo o mesmo autor, muitos estudos têm estimado a fecundidade em tilápias pela contagem dos ovócitos, em vez da contagem direta do número de ovos depositados.

Para minimizar o número de reprodutores e atingir a meta de produção, têm sido investigados fatores que podem influenciar na capacidade reprodutiva, tais como o peso dos reprodutores (BROMAGE *et al.*, 1992; WOOTTON, 1979), os níveis de oxigênio dissolvido e temperatura (LITTLE; HULATA, 2000), bem como as densidades de estocagem e alimentação (TSADIK; BART, 2007).

O objetivo geral consistiu em acompanhar o desenvolvimento de larvas de tilápia do Nilo submetidas à incubação artificial, verificar a eficiência do processo e correlacionar a quantidade de ovos e alevinos com o peso total da fêmea. Os objetivos específicos foram acompanhar o desenvolvimento das larvas de tilápia do Nilo por meio do crescimento em comprimento e de registros fotográficos; comparar a produtividade de ovos e alevinos com a faixa de peso das progenitoras e correlacionar as fecundidades absoluta e relativa com o peso das progenitoras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Estação de Piscicultura Professor Dr. Raimundo Saraiva da Costa pertencente ao Departamento de Engenharia de Pesca/ Centro de Ciências Agrárias/ Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici/ Fortaleza – CE, entre 30/04/2010 e 30/10/2010. Foram adquiridos 60 reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, var. Chitralada), provenientes da própria estação e do Centro de Pesquisa em Aquicultura Rodolpho von Ihering do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – CPA/DNOCS, localizado no município de Pentecoste, situado a 126 km desta capital.

2.1 Reprodução dos espécimes

Foram utilizados 40 fêmeas e 20 machos de tilápia do Nilo, as fêmeas possuíam peso vivo variando de 225 a 1.520 g, e os machos com variação de 400 a 600 g.

Os reprodutores foram aclimatados em um tanque de alvenaria, de 200 m² e capacidade para 150 m³. Os animais foram separados por sexo em dois hapas de tela de náilon, com 6 m² de área útil e abertura de malha de 1,0 mm. Os animais permaneceram nestas unidades durante um período de sete dias entre cada reprodução, para adaptação e “descanso” onde as gônadas maturavam para a produção de ovócitos nas fêmeas e espermatozóides nos machos.

O período de descanso possuía duração de sete dias entre cada período reprodutivo. Os animais eram alimentados até a saciedade, três vezes ao dia com uma ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta e granulometria de 7 mm.

Para a reprodução, foram escolhidos aleatoriamente 5 machos e 10 fêmeas dos hapas de descanso que foram transferidos para um terceiro hapa com as mesmas características dos anteriores (Figura 1). Os reprodutores, na proporção de um macho para duas fêmeas (1:2), permaneciam na unidade por um período de no mínimo sete dias, com alimentação reduzida a um trato diário pela manhã, para evitar distúrbios no momento de desova que geralmente ocorre à tarde. Após o período reprodutivo foram visualizadas características comportamentais e físicas de uma desova como territorialismo e a coloração

listrada nas fêmeas. A partir deste momento com a evidência da desova foi realizada a coleta de ovos.



Figura 1 Hapa de reprodução de tilápia do Nilo instalado dentro do tanque de alvenaria, na estação de piscicultura.

A coleta de ovos foi realizada, diretamente da boca das fêmeas, com o auxílio de um puçá com dimensões de 60 x 40 cm com abertura de malha de 1,0 mm, uma peneira e baldes plásticos. O procedimento foi realizado lentamente, evitando o estresse e conseqüente expulsão dos ovos da boca. Para isso, o espaço dos reprodutores foi restrito a uma pequena área do hapa. Em cada indivíduo capturado com o puçá, observava-se a cavidade oral para a visualização da presença de ovos. As fêmeas e as suas respectivas desovas foram colocadas separadamente nos baldes plásticos com água, e levadas à bancada para a biometria e contagem de ovos (Figura 2). As fêmeas que não desovaram permaneciam na unidade de reprodução.



Figura 2 Coleta de ovos diretamente da boca da reprodutriz na estação de piscicultura.

Cada fêmea foi pesada em uma balança digital comum com precisão de 1,0 g e medida com o auxílio de um ictiômetro com precisão de 1,0 mm. As desovas coletadas foram acondicionadas, separadamente, em bandejas plásticas e fotografadas com câmera digital (Sony DSC-W150 8.1 Megapixels) para contagem. Posteriormente, foram transferidas e separadas nas incubadoras. A amostragem foi aleatória sem reposição e todo o procedimento de reprodução foi repetido até a obtenção de 26 desovas.

2.2 Incubação artificial

O sistema de incubação artificial consistia em seis garrafas de polietileno com fundo abaulado, com volume útil de 2,25 litros cada (Figura 3). As garrafas foram dispostas em série com vazão individual regulada através de válvulas. Após a água passar pela parte inferior da incubadora, promovendo a agitação e oxigenação dos ovos, se deslocava para a parte superior da incubadora, direcionando o fluxo para bandejas coletoras, onde as pós-larvas, após o total consumo das reservas vitelínicas, ficavam retidas. Ao final do processo foi realizada a coleta das pós-larvas, que eram fotografadas para posterior contagem.

Para a manutenção da qualidade da água foi acoplado um sistema provido de filtragem mecânica em perlon, química com carvão ativado e biológica, através da colonização de bactérias nitrificantes em brita em uma caixa de 100 L. Para a recirculação de

água, foi utilizada uma bomba submersa (Sarlo Better SB 1000 vazão de 1.000 L /h) instalada no filtro.



Figura 3 Sistema utilizado para incubação artificial dos ovos de tilápia do Nilo.

A qualidade da água da primeira bateria de incubação foi monitorada para avaliar a eficácia da filtragem. Diariamente (14h00min) os parâmetros físico-químicos: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (ppm), pH, nitritos (NO_2^-) e amônia total ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$), foram avaliados com auxílio de testes colorimétricos (Alcon® / Labcon Test).

2.3 Avaliação da desova e Incubação artificial

2.3.1 Quantificação de ovos e pós-larvas.

De posse das fotografias dos ovos e pós-larvas, após o processo de incubação artificial, foram realizadas as contagens. A fotografia, com a resolução de 8.1 Megapixels, foi inserida no Microsoft Paint para visualização (Microsoft® Paint, v 5.1), juntamente com o software Desktop Counters (Copyright © FreeLabs 2006, Licença Livre). Com a visualização da imagem na tela do Paint eram realizadas marcações sobre os ovos e pós-larvas, a cada “click” dado, o Desktop Counters registrava uma unidade, sendo obtido, ao final do processo,

o número total de indivíduos. A técnica foi realizada a fim de evitar injúrias e posterior mortalidade das desovas, como geralmente ocorre na contagem manual (Figura 4).

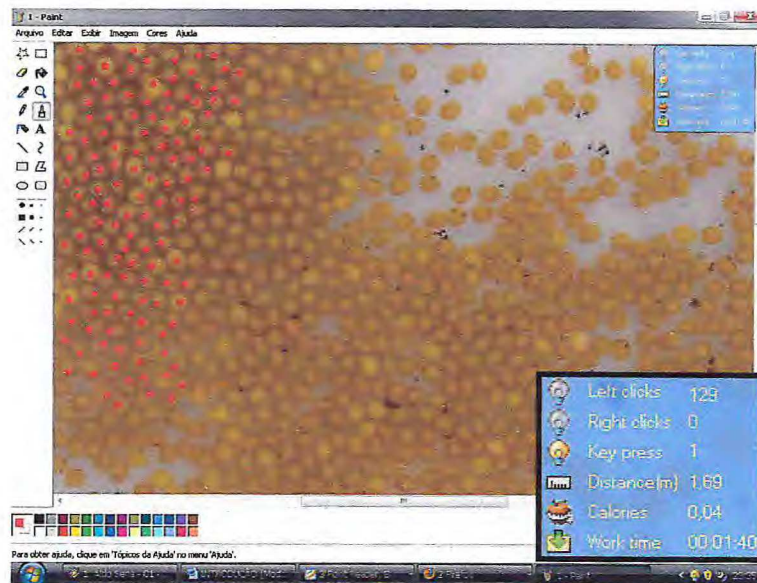


Figura 4 Técnica de contagem de ovos de tilápia do Nilo. Detalhe no canto direito: registrador do programa de contagem.

2.3.2 Medição dos ovos e larvas

Para realização da medição nos ovos e larvas, foi retirada, diariamente até o consumo total do vitelo, uma amostra de larvas de cada incubadora com o auxílio de uma pipeta Pasteur e transferidas para uma placa de Petri. Para a visualização, utilizou-se um microscópio estereoscópio (Metrimpex Hungary/PZO Labrimex) com aumento ocular de 16X. Os ovos e larvas observados foram fotografados com câmera digital (Sony DSC-W150 8.1 Megapixels) para acompanhar o desenvolvimento larval. Posteriormente, foram medidos utilizando uma escala de inox com precisão de 0,5 mm e pesados em uma balança centesimal (Bel Engineering, M2202, precisão de 0,01 g).

2.3.3 Taxa de sobrevivência e Desempenho reprodutivo

A taxa de sobrevivência das larvas foi mensurada durante a incubação, pela contagem do número total de pós-larvas vivas em cada unidade experimental.

O desempenho reprodutivo das fêmeas foi avaliado pelos parâmetros: fecundidade absoluta (FA), fecundidade relativa (FR) e taxa de sobrevivência (TS%), segundo as fórmulas adaptadas de Godinho (2007). Além do total de pós-larvas sobreviventes e n° de pós-larvas sobreviventes por cada grama de fêmea.

Fecundidade absoluta (FA) = número de ovos /fêmea

Fecundidade relativa (FR) = número de ovos /g de fêmea

% de eclosão = número PL's x 100/n° total de ovos

Após a obtenção dos parâmetros supracitados das 26 fêmeas, estes foram divididos em três classes de peso: 200-400g (n=10), 400-600g (n=10) e maiores do que 600 g (n=6). As médias dos parâmetros de cada classe foram comparadas no intuito de se identificar a faixa de peso que possui a melhor produtividade de ovos e alevinos bem como a sobrevivência.

2.4. Análise estatística

As médias dos parâmetros reprodutivos de cada classe de peso foram comparadas através de análise de variância (ANOVA) unifatorial, utilizando o programa estatístico BioEstat 5.0. No caso de rejeição da hipótese de nulidade, as médias foram testadas duas a duas pelo teste de Tukey. Quando os pré-requisitos da ANOVA não foram atendidos, ela foi substituída pelo teste Kruskal – Wallis seguido do teste de Dunn. Nas análises foi utilizado o nível de 5% de significância.

Foi avaliada a correlação entre o peso da fêmea e os parâmetros reprodutivos, através do coeficiente de correlação de Pearson a 5% de significância, e posteriormente a regressão linear foi estabelecida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Reprodução

A reprodução em hapas foi bastante viável e prática. As coletas de ovos foram realizadas sempre no período da manhã e entre sete e dez dias a partir do início da reprodução. Problemas com a comatação (obstrução) da malha do hapa por algas filamentosas e detritos orgânicos foram evidenciados, reduzindo a passagem de água pela estrutura. Estas algas também foram visualizadas dentro da boca das fêmeas durante o processo de coleta de ovos, o que dificultou sua coleta e separação dos mesmos.

Durante o experimento apenas 26 das 40 fêmeas utilizadas continham ovos recém-fecundados, as demais incubavam ou exibiam cuidado parental em larvas e pós-larvas respectivamente, ou não desovaram. Foram realizados cinco ciclos reprodutivos com média de cinco desovas, metade das fêmeas estocadas por período. A seleção de reprodutores pode ser um fator importante na frequência das desovas pela formação de muitas hierarquias (COWARD *et al.*, 2002; NOAKES; BALON, 1982), baseadas na dominação social e no tamanho do peixe. Machos são naturalmente agressivos e controlam a maioria dos locais de desova, fazendo com que poucas fêmeas desovem. Esta hierarquia é minimizada em cultivos em água verde e pelo uso de fêmeas menores e machos de tamanho uniforme (GUERRERO; GUERRERO, 1985; LITTLE, 1989).

3.2 Incubação artificial

Os resultados da avaliação diária dos parâmetros físico químicos da água da incubadora estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 Acompanhamento diário dos parâmetros físico-químicos da água da incubadora de ovos de tilápia do Nilo.

Parâmetro físico-químico	Dias de incubação								
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
Temperatura (°C)	29,0	28,5	28,8	27,2	28,5	26,8	28,0	28,8	26,0
Oxigênio dissolvido (ppm)	6,5	7,0	8,0	5,0	6,0	7,0	7,0	6,0	6,0
Amônia total (ppm)	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
pH	7,3	7,5	7,4	7,3	7,5	7,3	7,0	7,3	7,2
Nitrito (ppm)	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0

Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água nas incubadoras foi de $28,0 \pm 1,0$ °C e $6,50 \pm 0,87$ ppm, $7,31 \pm 0,15$, respectivamente. Estes parâmetros são adequados para o desenvolvimento embrionário inicial de tilápias quando os ovos são incubados naturalmente na boca das fêmeas, ainda nos tanques de acasalamento (RANA,1988; 1990). As concentrações dos compostos nitrogenados na água foram mais elevadas no segundo dia de incubação artificial. Estes alcançaram valores máximos de nitrito e amônia de 0,3 ppm e 0,2 ppm respectivamente, o que está relacionado ao grande aporte de matéria protéica (ovos) e ao reduzido tempo para a colonização total do filtro biológico pelas bactérias nitrificantes. No entanto, ao longo do processo de incubação, estes compostos reduziram-se gradativamente até zero. A concentração de amônia não ionizada (forma tóxica) apresentou valores máximos de 0,005 ppm. De acordo com Kubitza (1999) concentrações de amônia não ionizada acima de 0,02 ppm são suficientes para induzir uma toxidez crônica para os peixes. Assim, todos os parâmetros acima descritos permaneceram dentro da faixa ideal para cultivo de tilápias (KUBITZA, 2000).

3.2.1 Desenvolvimento larval

As larvas de tilápia do Nilo levaram nove dias para a total absorção das reservas vitelínicas e conseqüente saída da incubadora para as bandejas coletoras. Durante o primeiro e

segundo dia de incubação foi evidenciado o crescimento médio de apenas 0,1 mm referente à hidratação do ovo, pois ele ainda estava em processo de eclosão. Entre o segundo e terceiro dias do processo de incubação, com a eclosão do ovo, foi registrado um aumento de 2,3 mm e, do terceiro dia até o final da absorção das reservas vitelínicas (dia 9), foi observado um crescimento médio de 0,7 mm/dia. O comprimento dos ovos e pós-larvas variou entre 2,0 e 2,5 mm e 8,5 e 9,5 mm, respectivamente (Figura 5) e o ganho em comprimento, do ovo até a pós larva em 9 dias de incubação, foi de 6,6 mm. Coward e Bromage (2000) obtiveram que as médias do menor e do maior diâmetro dos ovos de tilápias do Nilo são de 2,25 e 2,95 mm, respectivamente.

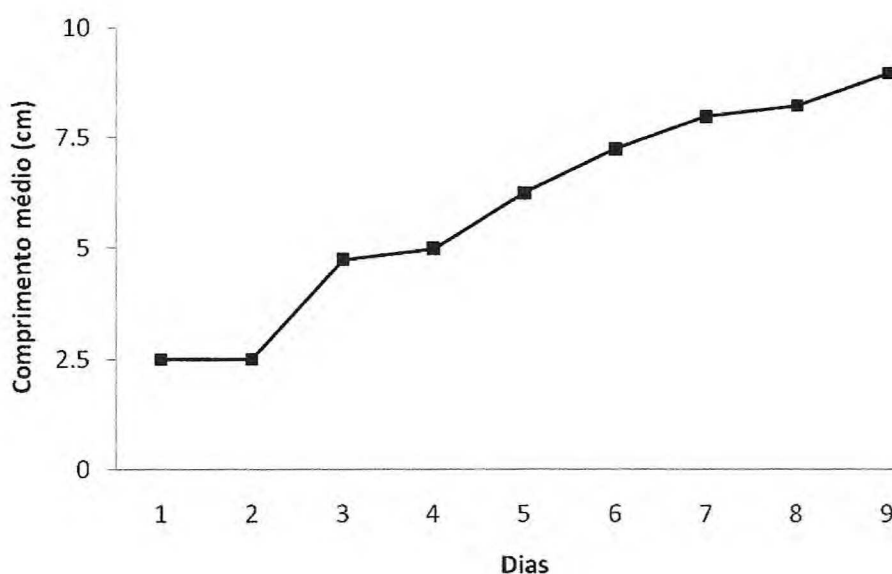


Figura 5 Comprimento médio das pós-larvas de tilápia do Nilo durante a incubação artificial até o consumo das reservas vitelínicas.

Através do acompanhamento fotográfico do desenvolvimento das larvas (Figura 6) pôde-se observar, no primeiro dia de incubação, a coloração alaranjada do ovo fecundado. Já no segundo dia começou o desenvolvimento do corpo do peixe; no terceiro dia foi observada alguma vascularização e movimentação de células sanguíneas, além da visualização do olho; o quarto foi marcado pelo desenvolvimento do olho (íris e retina) e já se observava uma redução considerável do vitelo e no quinto dia já era observada a total abertura da cavidade oral. No sexto dia, a boca já estava totalmente aberta e já se observava pontos de pigmentação na superfície do indivíduo; no sétimo dia a larva perdeu a coloração translúcida e iniciou o desenvolvimento da coloração característica do adulto, sendo também observada a formação da nadadeira dorsal; no oitavo dia a larva já havia absorvido quase a totalidade do

vitelo e foi visualizada a nadadeira anal; no nono dia o vitelo já estava totalmente consumido, e a coloração característica alaranjada foi substituída pela coloração prateada característica da espécie, determinando o início da fase de pós-larva do indivíduo. Em trabalho realizado por Nakaghi *et al.* (2009), utilizando-se microscopia eletrônica de varredura, foi visualizado o início da abertura da cavidade oral com 8 h após a eclosão, e com 24 h a maioria das larvas já se encontrava com a boca aberta, sendo possível iniciar a alimentação exógena aos 5 dias de idade.

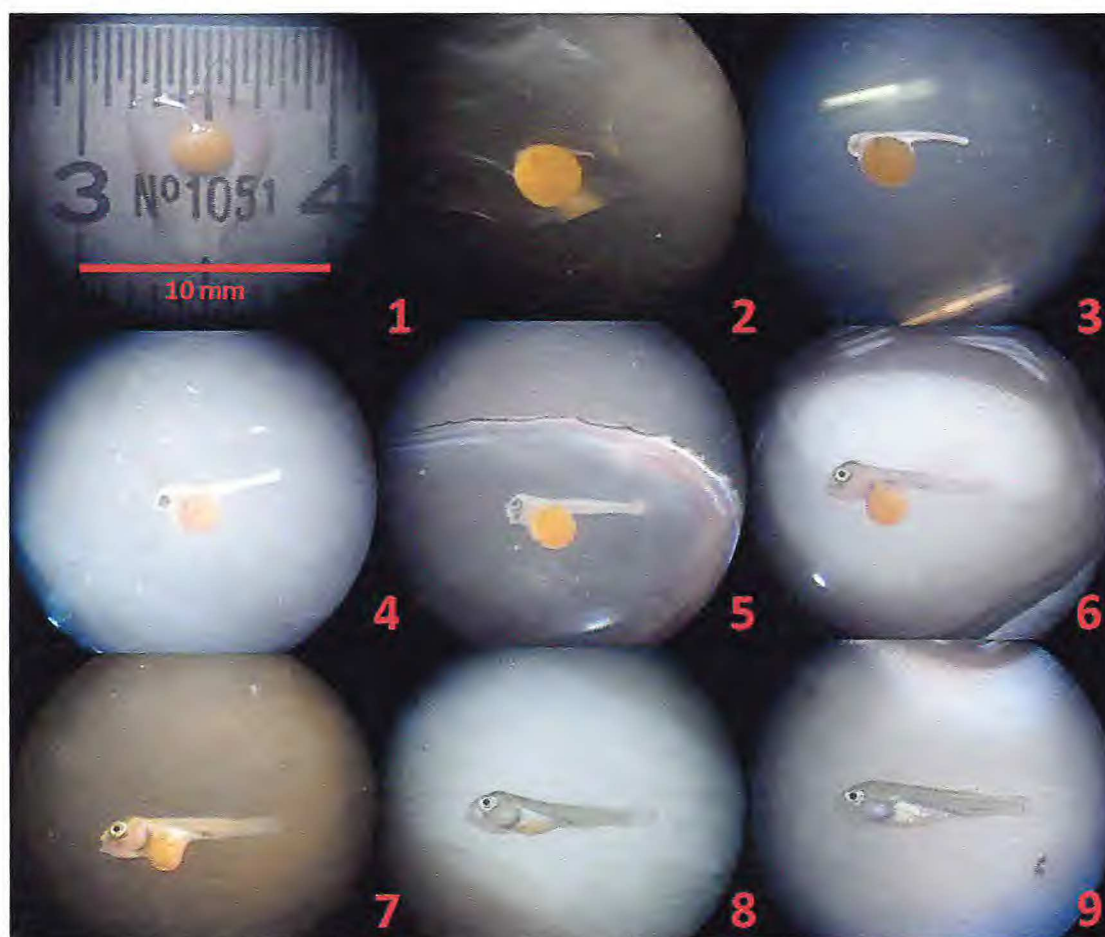


Figura 6 Acompanhamento fotográfico diário na estação de piscicultura do desenvolvimento das larvas de tilápia do Nilo até o consumo total do vitelo, com aumento ocular de 16X.

3.3 Desempenho reprodutivo

As médias das fecundidades absolutas (ovos/desova/fêmea) das três classes de peso comparadas não diferiu estatisticamente, com valores de 2.231 ± 375 , 2.583 ± 1.105 e

2.618 ± 1.263 para médias ± desvios padrão das classes 200-400 g (Classe 1), 400-600 g (Classe 2) e maiores que 600 g (Classe 3) respectivamente (Tabela 2). O maior valor foi encontrado em uma fêmea de 550 g com 4.370 ovos e a menor quantidade foi detectada em uma fêmea com 595 g e 1.055 ovos. A baixa fecundidade absoluta pode estar relacionada a erros na coleta, pois fêmeas de tilápia costumam abandonar os ovos quando submetidas ao manejo estressante.

Tabela 2 Desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia do Nilo, sob processo de incubação artificial, médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Parâmetros reprodutivos	Classes de peso (g)		
	200 — 400	400 — 600	600 — ∞
n	10	10	6
Peso da fêmea	334,5 ± 52,6	501,5 ± 71,8	870,0 ± 340,8
Fecundidade absoluta x 10³	2,23 ± 0,38 ^a	2,58 ± 1,11 ^a	2,62 ± 1,26 ^a
n° de pós-larvas sobreviventes x 10³	1,67 ± 0,35 ^a	1,77 ± 1,00 ^a	1,18 ± 0,82 ^b
Fecundidade relativa	6,84 ± 1,64 ^a	5,29 ± 2,43 ^{ab}	3,49 ± 2,21 ^b
n° de pós-larvas sobreviventes /g	5,09 ± 1,27 ^a	3,67 ± 2,32 ^{ab}	1,66 ± 1,42 ^b
% de eclosão	76,52 ± 18,86 ^a	69,58 ± 25,53 ^{ab}	44,65 ± 19,94 ^b

Nogueira *et al.* (2002) constataram que fêmeas de tilápia do Nilo (linhagem chitralada), em primeira maturação, apresentam uma fecundidade absoluta que varia entre 581 e 754 ovos/desova/fêmea, enquanto Nho (1996) relatou um valor médio de 1.872 ovos/desova. O tamanho da fêmea é considerado mais importante do que a idade em termos de fecundidade e do número total de ovos produzidos (RANA, 1986; 1988). Em geral, a fecundidade absoluta representada pelo número de ovos por desova aumenta com o tamanho das fêmeas até certo ponto e logo após decresce.

O número de pós-larvas sobreviventes ao processo de incubação artificial alcançou valores de 1.667 ± 348, 1.765 ± 997 e 1.179 ± 824 para as classes 1, 2 e 3, respectivamente. Não foi detectada diferença estatisticamente significativa, entre as médias das classes 1 e 2, no entanto ambas diferiram da faixa de maior faixa de peso (classe 3). O maior e o menor valor encontrados para este parâmetro foi de 3.504 e 341 alevinos/incubadora, referentes á desova de fêmeas com 415 e 970 g respectivamente. Calado *et al.* (2008) obtiveram uma produção máxima de 500 alevinos, em um sistema alternativo de incubadoras. Segundo estes mesmos autores, a densidade de estocagem nas incubadoras é fator determinante na sobrevivência da desova. Proença e Bittencourt (1994) relataram que a

fêmea de tilápia pode produzir, a cada desova, entre 100 a 500 alevinos, dependendo do seu tamanho.

Os dados de fecundidade relativa, representados pela quantidade de ovos por peso da fêmea (g) entre as médias das classes 1 e 3 diferiram estatisticamente, no entanto ambas não foram diferentes das observadas na classe 2. A maior média foi encontrada na classe 1 (200-400 g) com 6,84 ovos/g, seguida de 5,29 e 3,49 ovos/g para as classes 2 e 3, respectivamente. Os valores extremos encontrados foram 9,9, 9,1, 1,2 e 1,3 ovos/g em fêmeas de 305, 415, 970 e 1.520 g, respectivamente. A fecundidade relativa diminui com a idade materna, peso e comprimento (KUBITZA, 2000; RANA, 1986). Os resultados obtidos foram superiores aos descritos por Kubitzza (2000) que descreveu a fecundidade relativa de tilápia do nilo em um sistema de coleta de ovos da boca da fêmea em torno de 2 a 4 ovos/g. Segundo Bhujel (2000), na produção comercial de alevinos de tilápia do Nilo, médias de peso de reprodutores variando entre 150 e 250 g são os preferidos. No entanto, muitos peixes podem começar a se reproduzir com 60 g, alcançada dentro do período de maturação de seis meses após a eclosão. Os reprodutores de tilápia são normalmente substituídos, após superarem os 300 g, já que peixes maiores dificultam o manuseio durante a colheita de ovos.

As médias da quantidade de pós-larvas sobreviventes por grama foram $5,09 \pm 1,3$, $3,67 \pm 2,3$ e $1,66 \pm 1,4$, para as classes 1, 2 e 3 respectivamente. Foi detectada diferença estatística entre as médias das classes 1 e 3, no entanto ambas não diferiram da classe 2. Os maiores valores encontrados para este parâmetro foram de 8,4 e 7,6 alevinos/g em fêmeas de 415 e 225 g, respectivamente. Esta última foi o espécime com menor peso a desovar no experimento justificando a precocidade da espécie. Os menores valores foram evidenciados em fêmeas de 970 e 1.520 g, ambas com 0,4 alevinos/g. Estes resultados foram superiores aos citados por Kubitzza (2000) com o mesmo sistema de coleta de ovos, podendo gerar de 2 a 3 pós-larvas/g de fêmea.

O último parâmetro avaliado foi o percentual de eclosão relativo à sobrevivência durante a incubação. A análise de variância detectou diferença significativa entre as médias das classes 1 e 3, no entanto ambas não diferiram da classe 2. Os valores médios \pm desvio padrão foram $76,5 \pm 18,9$, $69,6 \pm 25,5$, $44,6 \pm 19,9$, referentes às classes 1, 2 e 3 respectivamente. Os valores extremos encontrados para este parâmetro foram 99% e 18%, em fêmeas com 335 e 550 g respectivamente. Muitos fatores podem interferir na sobrevivência no sistema de incubação como, densidade de estocagem (CALADO *et al.*, 2008), estado nutricional dos reprodutores (PARRA, 2007), vazão inadequada de água, ovos não fertilizados e mortalidade causada pela manipulação. Além disso, a interferência de

organismos externos como bactérias e fungos podem inviabilizar os ovos, sendo necessário o uso de substâncias bactericidas e fungicidas e ou equipamentos como filtro ultravioleta e ozonizadores (CELADA; CARRAL; EZ-ROYUELA, 2004; RANA, 1988). Foram produzidos pelo sistema de incubação artificial, ao longo de todo o experimento, um total de 41.395 alevinos, equivalendo a 65% dos ovos incubados.

3.4 Correlação entre peso e parâmetros reprodutivos

Foram testadas as correlações: peso / fecundidade absoluta; peso / quantidade de pós-larvas; peso / fecundidade relativa; peso / número de pós-larvas/g e peso / percentual de eclosão.

Nas análises, o valor de peso foi a variável independente (x) e os outros parâmetros foram as variáveis dependentes (y), foram utilizados 25 pares de dados para cada relação. Dos parâmetros testados, apenas peso /fecundidade absoluta não evidenciou correlação estatisticamente significativa. Todos os outros parâmetros testados apresentaram coeficiente de correlação de Pearson estatisticamente significativo e inverso, com maior ou menor intensidade, avaliada pelo coeficiente de determinação (R^2). Foi observado um melhor ajuste com o modelo exponencial, exceto para a relação entre peso / percentual de eclosão que assumiu o modelo linear.

A relação entre peso e n° de pós-larvas sobreviventes apresentou uma distribuição inversa (Figura 7). As fêmeas mais leves apresentaram os maiores valores de produtividade de alevinos, no entanto, revelou um ajuste fraco com $R^2 = 0,3291$. Sendo assim, fatores externos como qualidade nutricional da fêmea ou o ataque de parasitas podem ter influenciado nos valores encontrados.

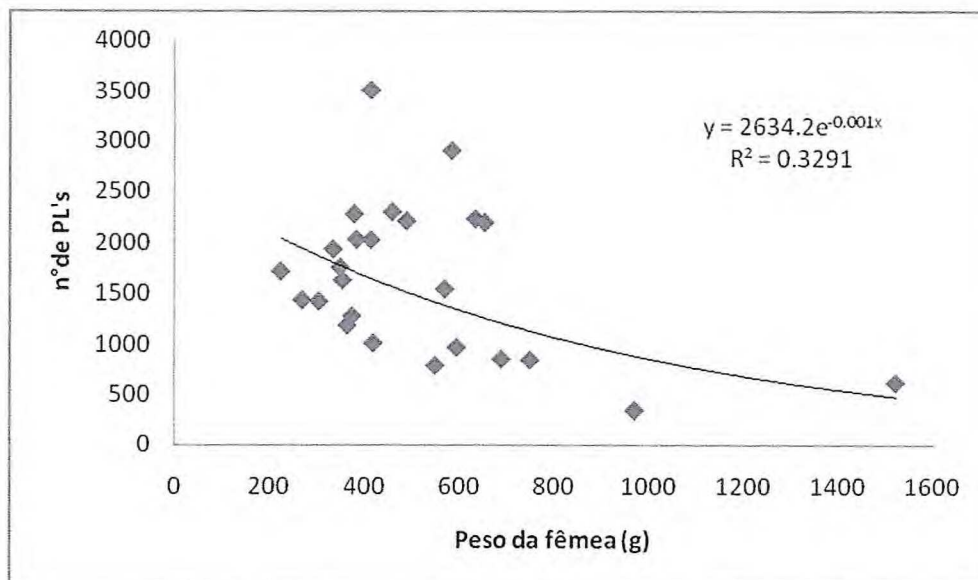


Figura 7 Número de pós-larvas sobreviventes em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.

A relação entre peso e fecundidade relativa está representada na Figura 8. Foi observada um melhor ajuste desta relação, com $R^2 = 0,5974$. A curva demonstra a relação inversa entre o peso e a quantidade de ovos/g com as fêmeas de menor peso produzindo uma maior quantidade de ovos por unidade de peso vivo. Coward e Bromage (1999) avaliaram a fecundidade relativa para *Tilapia zillii* (Gervais) e obtiveram um coeficiente de determinação inferior de $R^2 = 0,22$ ($P < 0,01$), pelo modelo linear $\log y = -0,35 \log x + 2,17$.

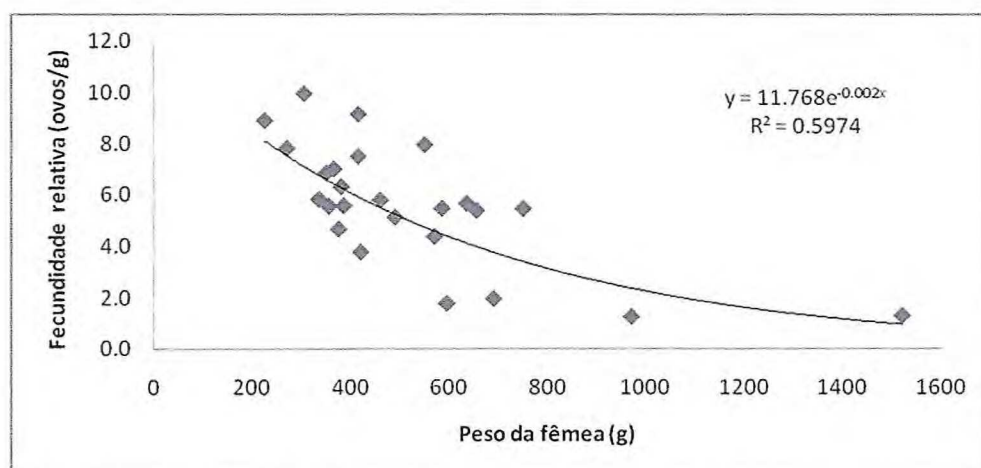


Figura 8 Fecundidade relativa (ovos/g) em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.

A maior relação obtida no presente trabalho foi evidenciada entre as variáveis peso e número de alevinos/g (Figura 9) e o coeficiente de determinação demonstraram que 71,95% desta correlação é devida a variação de peso das reprodutrices, seguindo uma distribuição inversa e, por consequência, as melhores produtividades foram detectadas nas

fêmeas de menor peso, entre 200 e 600 g. Calado *et al.* (2008) encontraram a relação, $Y = -27,685 + 1,047x - 0,0004983x^2$ ($R^2 = 91,84\%$, $P < 0,05$), quando testaram a correlação entre a densidade de estocagem nas incubadoras com a produção de alevinos.

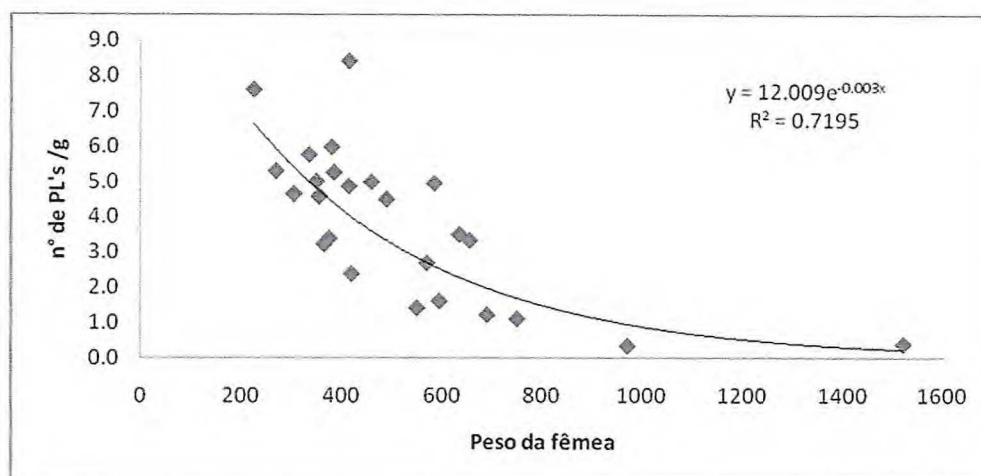


Figura 9 Número de pós-larvas sobreviventes/g em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.

Foi evidenciada também uma correlação inversa e estatisticamente significativa, entre as variáveis peso e percentual de eclosão (Figura 10). No entanto, apenas 28,89% desta correlação pode ser explicada pelo peso da fêmea e o melhor ajuste encontrado foi com o uso do modelo linear. Muitos fatores externos interferem na sobrevivência de larvas de tilápia do Nilo. Calado *et al.* (2008), ao testar a correlação entre a densidade de estocagem na incubadora pelo percentual de eclosão, obtiveram relação inversa expressa pela reta $Y = 95,208 - 0,0443X$ ($R^2 = 0,9483$, $P < 0,05$).

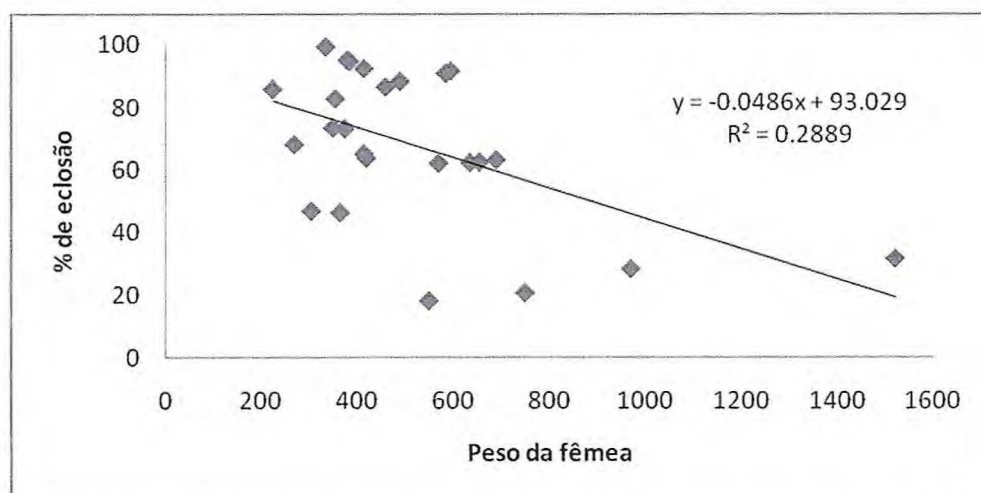


Figura 10 Percentual de eclosão em função do peso das fêmeas de tilápia do Nilo.

4 CONCLUSÕES

A partir deste estudo pode-se concluir que a reprodução em hapas de tilápia do Nilo possui inúmeras vantagens, como reduzida mão de obra, facilidade na coleta de ovos e pós-larvas e maior controle do ciclo reprodutivo.

As larvas de tilápia do Nilo, absorveram o vitelo em torno de 9 dias no sistema de incubação artificial, estando aptas a iniciar a dieta hormonal.

Os testes realizados demonstraram que a fecundidade absoluta não aumenta com o peso da fêmea, e a fecundidade relativa obtém relação inversa com o mesmo fator. Fêmeas entre 200 e 600 g apresentaram valores superiores para número de pós-larvas sobreviventes em relação à classe de maior peso. A fecundidade relativa, número de sobreviventes/ g e o percentual de eclosão da classe entre 200 e 400g obtiveram diferença estatisticamente significativa da classe de peso com peixes acima de 600 g, no entanto ambas as não diferiram da classe com pesos entre 400 e 600 g.

A relação entre peso e as variáveis testadas detectou uma distribuição inversa para fecundidade relativa (ovos/g), n° de pós-larvas sobreviventes, n° de pós-larvas sobreviventes/g e percentual de eclosão, portanto reduziram-se com o aumento do peso das reprodutrices. Não foi evidenciada diferença estatisticamente significativa para a relação peso/ fecundidade absoluta.

Os valores encontrados demonstram que o peso das fêmeas é uma ferramenta importante e de fácil controle para a formação de plantéis de reprodutores. A utilização de peixes menores facilita o manejo, demandam menores áreas físicas e mão de obra, mantém a produtividade de alevinos utilizando-se de um número reduzido de reprodutores, melhora a frequência e sincronia de desovas, reduzem custos com ração (redução da biomassa), diminui a mortalidade por disputa de espaço, além de retardar a redução da qualidade de água pela menor demanda de oxigênio. Muitos fatores interferem a eficiência de uma desova de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, tanto na escolha de reprodutores quanto no sistema de obtenção de pós-larvas. Por este motivo os dados podem ser subestimados, trabalhos com um número maior de amostras devem ser realizados para reduzir as variâncias (s^2) e assim aumentar a precisão.

REFERÊNCIAS

- AIT. **Partners for development: the promotion of sustainable aquaculture.** AIT Aquaculture, Asian Institute of Technology, Bangkok, 1994. 98 p.
- BAUTISTA, A.M., 1987. **Tilapia hatchery and nursery systems: operation and management**, pp. 9–13. In: Guerrereo III, R.D., Guzman, D.L., Lantican, C.M. (Eds.), *Tilapia Farming. Proceedings of of the First National Symposium and Workshop on Tilapia Farming.* November 24–26, 1987 PCARRD, BFAR and SEAFDEC Aquaculture Department. Los Banos, Laguna. PCARRD Book Series No. 48. 68 pp.
- BEARDMORE, J. A.; MAIR, G. C.; LEWIS, R. I. Monosex male production in fin fish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *Aquaculture*, v.197, p. 283-301, 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. 37-59, 2000.
- BROMAGE, N. R.; JONES, J.; RANDALL, C.; THRUSH, M.; DAVIES, B.; SPRINGATE, J.; DUSTON, J.; BARKER, G. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, v.100, p.141-166, 1992.
- BRUSCHI, F. L. F., **Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação: 2001.** Monografia, Itajaí, 2001
- BYAMUNGU, N.; DARRAS, V. M.; KUHN, E. R. Growth of heat shock induced triploids of blue tilapia, *Oreochromis aureus*, reared in tanks and in ponds in Eastern Congo: feeding regimes and compensatory growth response of triploid females. *Aquaculture*, v.198, p.109-122, 2001.
- CAJADO, F. J. L. **Avaliação dos procedimentos de introdução de tilápias Tailandesas (*Oreochromis niloticus* var *chitralada*) no Estado do Ceará.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- CALADO, L. L.; YASUI, G. S.; RIBEIRO FILHO, O. P.; SANTOS, L. C.; SHIMODA, E.; VIDAL-JUNIOR, M. V. Densidades de incubação de ovos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema alternativo. *Ciência Animal*, v.18, n.2, p.75-80, 2008.

CELADA, J. D.; CARRAL, J. M.; EZ-ROYUELA, M. S. A. Effects of different antifungal treatments on artificial incubation of the astacid crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) eggs. **Aquaculture**, v.239, p.249-259, 2004.

CHAKRABORTY, S. B.; SARBAJNA, A.; MAZUMDAR, D.; BANERJEE, S. Effects of differential dose and duration of 17-methyl testosterone treatment on sex reversal of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* at different age groups under Indian perspective. **Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Science**, v.9, n.3, p.705-710, 2007.

COWARD, K.; BROMAGE, N. R.; HIBBITT, O.; PARRINGTON, J. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.12, p.33-58, 2002.

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

COWARD, K.; BROMAGE, N. R. Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zillii* (Gervais). **Aquaculture**, v.171, p. 251-267, 1999.

FAO. **El estado mundial de la pesca y a acuicultura 2008**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, ISSN 1020-5500, 2009a.

FAO. **Fishery and Aquaculture Statistics. FAO Yearbook 2007**. Roma, 2009b. 101 p.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important species of the aquaculture. **Panorama da Aqüicultura**, v.2, p.545-551, 2000.

FÜLBER, V. M.; MENDEZ, L. D. V.; BRACCINI, G. L.; BARRERO, N. M. L.; DIGMEYER, M.; RIBEIRO, R. P. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p.177-182, 2009

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aqüicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v. 31, n.3, p. 351-360, 2007.

GUERRERO III, R. D.; GUERRERO, L. A. Effect of breeder size on fry production of Nile tilapia in concrete pools. **Trans. Natl. Acad. Sci. Technol.**, v.7, p. 63–66, 1985.

GUERRERO III, R. D. **Control of tilapia reproduction.** In: R.S.V. Pullin & R.H. Lowe-McConnel (Eds.). The biology and culture of tilapias, ICLARM Conference Proceedings 7. International Center for Living Aquatic Resource Management, Manila, Philippines, p. 309-316. 1982.

IBAMA. **Estatística da pesca 2005: grandes regiões e unidades da federação.** Brasília, 2007. 147p.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** Jundiaí: CIP – USP Editora, 1999. 97 p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 289 p.

LITTLE, D. C. **An evaluation of strategies for production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry suitable for hormonal treatment.** 1989. Thesis (PhD) - Institute of Aquaculture, University of Stirling, Reino Unido, 1989.

LITTLE, D. C.; MACINTOSH, D. J.; EDWARDS, P. Improving spawning synchrony in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture and Fisheries Management** v.24, p.399–405, 1993

LITTLE, D.C.; TURNER, W.A.; BHUJEL, R.C. Commercialization of a hatchery process to produce MT-treated Nile tilapia in Thailand. In: SIMPÓSIO CENTROAMERICANO DE ACUACULTURA, 4., 1997, Honduras. **Anais...** Honduras:Sociedade Centro Americana de Acuicultura, 1997. p.108-118.

LITTLE,D.C.,HULATA,G. Strategies for tilapia seed production. In: Beveridge, M. C. M., McAndrew, B .J. (Eds.), Tilapias: Biology and Exploitation. **Kluwer Academic Publishing**, Great Britain, pp.267–326, 2000

LOVSHIN, L.L. Red tilapia or Nile tilapia: which is the Best culture fish? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRI-ÇÃO DE PEIXES, 2, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba:CBNA, 1998. p.179-198.

LOVSHIN, L.L., CYRINO, J.E.P. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2, 1998, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: CBNA, 1998. p.1-20.**

MACINTOSH, D. J.; LITTLE, D. C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N. R.; ROBERTS, R.J. Broodstock management and egg and lervel quality. **Blackwell Science, Cap.12, p.277-320, 1995.**

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

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M. 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.**

NAKAGHI, L. S. O.; MOYA, C. F.; ZAIDEN, S. F.; DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; PAES, M. C. F.; MAKINO, L. C. Desempenho de *Oreochromis niloticus* testando diferentes granulometrias de ração de acordo com o desenvolvimento bucal. **Revista Academica: Ciências Agrárias e Ambientais. Curitiba, v.7, n.4, p.415-421, 2009**

NHO, P. V. **Comparision of the reproductive performance of three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** 1996. 75 f. Dissertação (Mestrado) Asian Institute of Technology, 1996.

NOAKES, D. L. G., BALON, E. K., 1982. Life histories of tilapias: an evolutionary perspective, pp. 61–82. In: Pullin, R. S. V., Lowe-McConnell, R. H. (Eds.), **The biology and culture of tilapias.** ICLARM Conference Proceedings 7, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 432 pp.

NOGUEIRA, A. J.; ARAÚJO, K. M.; SANTOS, A. J. G.; CARMO, J. L. Frequência Reprodutiva e Fecundidade da fêmea *Oreochromis niloticus*, linhagem chitralada, em Tanques Experimentais. In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Porto Seguro: **Anais... do XIV CONBEP, 2002.**

PARRA, J. E. G. **Respostas reprodutivas de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com diferentes fontes protéicas e lipídicas.** 2007. 93f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

POPMA, T.; MASSER, M. **Tilapia: life history and biology.** Local: SRAC - Southern Regional Aquaculture Center, 1999 n.283.

PROENÇA, E. C. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.

RADÜNZ NETO, J. F. B.; TROMBETA, C. G.; MEDEIROS, T. (1999). Efeito da substituição parcial de levedura de cana por farelo de soja na alimentação de larvas de piauí (*Leporinus macrocephalus*). In: XXXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Porto Alegre: **Anais da XXXVI RSBZ**.

RANA, K. Reproductive biology and the hatchery rearing of tilapia eggs and fry. In: MUIR, J. F.; ROBERTS, R. (Eds.) *Recents - Advances in Aquaculture*. Timber Press, New York, v.3, p.343-406, 1988.

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

RANA, K. J. **Parental influences on egg quality, fry production and fry performance in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) and *O. mossambicus* (Peters)**. 1986. 295 f. Thesis (PhD) - Institute of Aquaculture, University of Stirling, Reino Unido, 1986.

RIDHA, M. T. Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L. at two stocking densities. **Aquaculture Research**, v.37, p.172-179, 2006

SHELTON, W. L. **Monosex Tilapia Production through Androgenesis**. In: K. McElwee, K. Lewis, M. Nidiffer and P. Buitrago (eds), 19th Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp 1-9. 2002.

SHELTON, W. L. Nile tilapia gamete management for chromosome manipulation Corvallis, OR, 2000/01. In: 16TH ANNUAL TECHNICAL REPORT. POND DYNAMICS/AQUACULTURE CRSP, 2000, **Anais...** Corvallis, Oregon State University, 2000, p.69-72.

SMITH, E. S.; PHELPS, R. P. Impact of feed storage conditions on growth and efficacy of sex reversal of Nile tilapia. **North American Journal of Aquaculture**, v.63, n. 3, p.242-245, 2001.

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. Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture. In: COWEY, C. B.; MACKIE, A. M.; BELL, J. G. (Eds.) Nutrition and feeding in fish. Academic Press, London. p.395-414. 1985

WOOTTON, R. J. Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. In: Miller, P. J. Ed., Fish Phenology: Anabolic Adaptiveness in Teleosts. Symposium of the Zoological Society of London. Academic Press, London, v.44, p.133-159, 1979

YASUI, G. S.; SANTOS, L. C.; RIBEIRO FILHO, O. P.; SHIMODA, E.; ARIAS-RODRIGUEZ, L. Cultivo monossesual de tilápias: importância e obtenção por sexagem e inversão sexual. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, v.51, p.37-51, 2006.

ZIMMERMANN, S. Bom desempenho das Chitraladas no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.10 n.60 p.15-19, 2000.

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