

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

MONIQUE BAYER WILD

**PRODUTIVIDADE COMERCIAL EM SISTEMAS DE REPRODUÇÃO
DE TILÁPIA DO NILO DA LINHAGEM GIFT**

Marechal Cândido Rondon

2013

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

MONIQUE BAYER WILD

**PRODUTIVIDADE COMERCIAL EM SISTEMAS DE REPRODUÇÃO
DE TILÁPIA DO NILO DA LINHAGEM GIFT**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para a obtenção do título de “Mestra em Zootecnia”.

Orientador: Prof. Ph.D. Nilton Garcia Marengoni

Marechal Cândido Rondon

2013

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

MONIQUE BAYER WILD

PRODUTIVIDADE COMERCIAL EM SISTEMAS DE REPRODUÇÃO
DE TILÁPIA DO NILO DA LINHAGEM GIFT

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

Marechal Cândido Rondon, 17de abril de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ph.D. Nilton Garcia Marengoni

Prof. Dr. Julio Hermann Leonhardt

Prof. Dr. Robie Allan Bombardelli

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me ajudar a alcançar meus objetivos e superar os obstáculos através do seu amor incondicional.

Ao meu esposo, Jonathan Edwards Wild, por me amar. Pelo apoio e incentivo, confiança, companheirismo e sua enorme paciência que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais Ademar Bayer e Irene Paniago de Jesus, por todas as suas palavras de conforto, sua dedicação e oração, seu amor imutável, apoio e estímulo para a conclusão do meu propósito.

Às minhas irmãs, Claudia Bayer Lima e Talita Bayer de Almeida, pelo perfeito amor, carinho e incentivo. Não consigo imaginar minha vida sem vocês.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), como entidade difusora do conhecimento científico, por possibilitar a realização deste trabalho.

Ao Professor Orientador, Nilton Garcia Marengoni pela paciência, orientação, dedicação e pelos valiosos conselhos prestados. Por acreditar em mim, nos meus sonhos e objetivos.

Aos colegas de pós-graduação em Zootecnia pelo companheirismo e amizade.

A todos os professores pela dedicação e ensinamentos adquiridos durante o curso.

Ao Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana, pelo auxílio na realização da análise estatística.

Ao proprietário Ari Sgarbi e a todos os funcionários da Piscicultura Sgarbi pela disponibilização dos dados para a análise neste trabalho.

À colega Luciana Maria Curty Machado, pela dedicação e disponibilidade, essenciais para a realização deste estudo.

Muito obrigada a todos, que direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

WILD, MONIQUE BAYER. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, abril, 2013. **Produtividade comercial em sistemas de reprodução de tilápia do Nilo da linhagem GIFT**. Orientador: Ph.D. Nilton Garcia Marengoni.

Objetivou-se avaliar a produtividade de alevinos de tilápia do Nilo da linhagem GIFT em diferentes sistemas de reprodução, quanto à área, à estratégia de coleta de pós-larvas, à mão-de-obra e às famílias de reprodutores utilizadas. A coleta de dados da safra 2011/2012 foi realizada na Piscicultura Sgarbi, localizada no município de Palotina-PR, Brasil. A classificação dos cinco sistemas de reprodução ocorreu de acordo com a infraestrutura e a estratégia de coleta utilizada. O Sistema *I* caracterizou-se por tanques em alvenaria com ninhos artificiais e coleta parcial contínua de pós-larvas. O Sistema *II* constituía-se de viveiros com paredes revestidas em alvenaria com coleta parcial contínua de pós-larvas. Os Sistemas *III* e *IV* consistiam de hapas com coleta de pós-larvas parcial contínua e ovos na boca das fêmeas, respectivamente. No sistema *V* foi praticada a coleta parcial contínua de pós-larvas em viveiros. A produtividade de alevinos foi avaliada em função da presença da quantidade de funcionários denominados por *A*, *B*, *C*, *D*, *E* e *F*. A produtividade de ovos e larvas e o período de incubação foram avaliados nas famílias de reprodutores, denominadas por F_A , F_B e F_C . Foram empregadas análise de variância unifatorial e covariância. Os Sistemas *III* e *IV* foram mais produtivos ($p < 0,05$), com aproximadamente 7.000 alevinos m^{-3} , seguidos pelo Sistema *I* com aproximadamente 2.700 alevinos m^{-3} e pelos Sistemas *II* e *V*, com média aproximada de 165 alevinos m^{-3} . Na coleta de ovos em hapas a produtividade foi alta no início ($p < 0,05$), decaindo ao longo do período, enquanto o contrário ocorreu para a coleta de cardumes em hapas. No Sistema *IV* a produtividade de alevinos obtida por dois funcionários foi superior ($p < 0,05$) à resultada por apenas um. A presença do funcionário *B* resultou em diferença significativa ($p = 0,04$) na produtividade do Sistema *IV*, enquanto, a presença do funcionário *A* no Sistema *IV* e dos funcionários *C*, *D*, *E* e *F* no Sistema *V* não influenciou ($p > 0,05$) a produtividade de alevinos. A eficiência reprodutiva, expressa em gramas de ovos por quilograma de fêmea, foi maior ($p < 0,05$) para os reprodutores da família F_C , entretanto, não houve diferença ($p > 0,05$) entre as famílias de reprodutores estudadas quanto ao número de pós-larvas produzidas. O tempo médio para o início da eclosão dos ovos foi menor

($p < 0,05$) para os reprodutores da família F_A (1,5 a 2 dias) em relação às demais. A produtividade de alevinos é maior quando as hapas são utilizadas no sistema de reprodução, independente da estratégia de coleta adotada. A produtividade de alevinos em escala comercial pode ser melhorada devido à mão-de-obra dos funcionários, mas não em função das famílias de reprodutores utilizadas na piscicultura avaliada.

Palavras-chave: funcionários, índices reprodutivos, hapas, produção de pós-larvas, tanques, viveiros

ABSTRACT

WILD, MONIQUE BAYER. Master Course in Animal Science. Paraná West State University, 2013, April. **Commercial productivity in reproduction systems of Nile tilapia of GIFT strain.** Adviser: Ph.D. Nilton Garcia Marengoni.

This study aimed to evaluate the productivity of Nile tilapia fingerlings of GIFT strain in different reproduction systems, as the area, the collection strategy of post-larvae, the hand labor and broodstock families used. The data collection of the harvest 2011/2012 was held at f Sgarbi fish farm, located in Palotina-PR, Brazil. The classification of the five reproduction systems occurred according the infrastructure and collection strategy used. The System *I* was characterized by masonry tanks with artificial nests and harvesting continuous partial post-larvae. The System *II* was made up of ponds wall covered in masonry with postlarvae partial continuous harvesting. Systems *III* and *IV* consisted of hapas with partial continuous harvesting of post-larvae and harvesting eggs in the mouth of females, respectively. In the System *V* was practiced the postlarvae continuous partial harvesting in ponds. The productivity was evaluated in function of the reproductive system, of the number of employees, and of the presence of employees amount, denominated for *A*, *B*, *C*, *D*, *E* and *F*. The productivity of eggs and larvae and the period of incubation of the eggs were also evaluated for broodstock families, called by F_A , F_B and F_C . There were used analysis of unifactorial variance and covariance. The Systems *III* and *IV* were more productive ($p < 0.05$), with approximately 7,000 fingerlings m^{-3} , followed by the System *I* with approximately 2,700 fingerlings m^{-3} and Systems *II* and *V*, with an approximate average of 165 fingerlings m^{-3} . In eggs harvesting in hapas the productivity was high at early ($p < 0.05$), decreasing throughout of the period, while the opposite occurred for the harvesting postlarvae in hapas. In the System *IV* the productivity of fry obtained by two workers was higher ($p < 0.05$) for the resulted for only one. The presence of the employee *B* resulted in a significant difference ($p = 0.04$) in the productivity of System *IV*, while the presence of the employee and *A* in the System *IV* and of the employees *C*, *D*, *E* and *F* in the System *V* did not affect ($p > 0.05$) the productivity of fingerlings. The reproductive efficiency, expressed in grams of eggs by kilogram of female was higher ($p < 0.05$) for the broodstock family F_C , however, no differences ($p > 0.05$) between the broodstock families studied as to the number of fingerlings produced. The time to the

onset of hatching was lower ($p < 0.05$) for the broodstock family F_A (1.5 to 2 days) compared to the others. The productivity of fingerlings is greater when hapas are used in the reproduction system, independent of harvesting strategy adopted. The productivity of fingerlings on a commercial scale can be improved due to hand-to-work of employees, but not in terms of broodstock families used in the fish farm assessed.

Key words: employees, hapas, ponds, postlarvae production, reproductive index, tanks

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características de desempenho produtivo e reprodutivo avaliadas para as diversas linhagens de <i>O. niloticus</i>	16
Tabela 2. Fatores que interferem nos índices reprodutivos da tilápia.....	18
Tabela 3. Fatores que influenciam a eclosão de ovos e o desenvolvimento larval de tilápias	19
Tabela 4. Caracterização dos sistemas de reprodução utilizados na safra 2011/2012.....	36
Tabela 5. Produção total em milhares de alevinos (10^3) na safra 2011/2012 nos sistemas de reprodução de acordo com os meses de cultivo.....	38

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Tanques revestidos em alvenaria com ninhos artificiais (A), hapas fixadas em viveiros (B), viveiros com paredes revestidas em alvenaria (C) e viveiros sem revestimento em alvenaria (D) utilizados como estruturas de reprodução da Piscicultura Sgarbi na safra 2011/2012. 35
- Figura 2.** Coleta parcial contínua de cardumes de pós-larvas (A) e coleta de ovos na boca das fêmeas (B) realizadas na Piscicultura Sgarbi na safra 2011/2012. 36
- Figura 3.** Incubadoras utilizadas no laboratório da Piscicultura Sgarbi durante a safra 2011/2012. 37
- Figura 4.** Hapas utilizadas na reversão sexual dos alevinos produzidos na Piscicultura Sgarbi. 38
- Figura 5.** Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade (alevinos m^{-3}) obtida nos sistemas de reprodução, no período de outubro de 2011 a março de 2012. 40
- Figura 6.** Valores médios ($p < 0,05$) de produtividade (alevinos m^{-3}) na coleta de ovos da boca das fêmeas (Sistema *IV*) e na coleta de cardumes de pós-larvas (Sistema *III*) em hapas (A); da produtividade nos viveiros com paredes revestidas em alvenaria (Sistema *II*) e viveiros sem revestimento em alvenaria (Sistema *V*), com média geral para todo período (B). 41
- Figura 7.** Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade (alevinos m^{-3}), obtida nos Sistemas *I*, *II*, *III*, *IV* e *V*, em função do número de funcionários responsáveis pela produção durante a safra 2011/2012. 43

- Figura 8.** Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade (alevinos m^{-3}) obtida nos Sistemas *IV* e *V* em função da presença (Sim) ou ausência (Não) de cada funcionário (*A*, *B*, *C*, *D*, *E* e *F*) responsável pela produção 44
- Figura 9.** Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade de ovos, em g de ovos kg de fêmea⁻¹ (*A*) e quantidade de larvas (*B*) produzidas pela reprodução das famílias F_A , F_B e F_C durante os meses de outubro de 2011 a março de 2012, no Sistema *IV*. 45
- Figura 10.** Valores médios com intervalo de confiança de 95% para o tempo (dias) até o início da eclosão dos ovos (*A*) e tempo (dias) para a eclosão de todos os ovos da incubadora (*B*) produzidas pela reprodução das famílias F_A , F_B e F_C durante os meses de outubro de 2011 a março de 2012, no Sistema *IV*. 46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO	14
2.1 Tilapicultura	14
2.2 Tilápia do Nilo	15
2.2.1 Linhagem GIFT.....	15
2.3 Índices reprodutivos	17
2.4 Sistemas de produção de pós-larvas	19
2.4.1 Estruturas de reprodução.....	19
2.4.1.1 Viveiros.....	20
2.4.1.2 Tanques.....	20
2.4.1.3 Hapas.....	21
2.4.2 Estratégias de coleta de pós-larvas.....	21
2.4.2.1 Coleta de cardumes de pós-larvas.....	22
2.4.2.2 Coleta de ovos diretamente da boca das fêmeas.....	23
2.4.2.2.1 Incubação Artificial.....	23
REFERÊNCIAS	25
3 PRODUTIVIDADE DE ALEVINOS EM SISTEMAS DE REPRODUÇÃO DE TILÁPIA DO NILO DA LINHAGEM GIFT	31
Resumo	31
Abstract	32
3.1 Introdução	33
3.2 Material e Métodos	34
3.2.1 Caracterização do local de estudo.....	34
3.2.2 Sistemas de reprodução.....	35
3.2.3 Manejo reprodutivo e coleta de dados.....	37
3.2.4 Análise estatística.....	39
3.3 Resultados e Discussão	39
3.4 Conclusões	47
3.5 Referências	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura continental brasileira apresentou crescimento contínuo nos últimos anos alcançando o patamar de 394.340 toneladas de pescado produzidas no ano de 2010 (FAO, 2012). Dentre as inúmeras atividades aquícolas desenvolvidas, a piscicultura cresce de forma acelerada, fortalecendo-se como uma atividade econômica em plena expansão.

De acordo com os dados do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, a espécie de destaque da piscicultura brasileira é a tilápia com uma produção em crescimento contínuo desde 1994. Conforme os dados oficiais, entre 2000 e 2010 a produção de tilápia cresceu em média 17% ao ano, chegando a aproximadamente 155.450 toneladas cultivadas (BRASIL, 2012). Contudo, o crescimento enfrentado pela tilapicultura requer o aumento de índices de produtividade dos sistemas de cultivo (FÜLBER et al., 2009; FERREIRA; GIL BARCELLOS, 2009).

A limitação do conhecimento sobre as tecnologias de reprodução e incubação de ovos que permitem uma produção previsível de alevinos de qualidade tem restringido o cultivo de tilápias em diversos contextos (LITTLE; HULATA, 2000). A melhoria nas condições de manejo e infraestrutura em pisciculturas é uma necessidade real de modo a melhorar os índices reprodutivos, e aumentar a rentabilidade e lucratividade da atividade. Neste sentido, o objetivo da produção deve ser atingido por meio da investigação dos fatores que influenciam a capacidade de reprodução (COWARD; BROMAGE, 1998), destacando-se os fatores genéticos e as condições de cultivo dos peixes reprodutores (TSADIK; BART, 2007).

A produção de pós-larvas e alevinos depende do sistema reprodutivo utilizado, caracterizado pela estrutura de viveiros, tanques ou hapas de reprodução, pelo grau de intensificação (LITTLE et al., 1994) e pela estratégia de obtenção de pós-larvas adotada, seja por coleta de ovos na boca das fêmeas ou coleta de cardumes de pós-larvas (MACITOSH; LITTLE, 1995).

A produtividade das famílias de reprodutores e a utilização da mão-de-obra nos sistemas de reprodução requerem o emprego de estudos uma vez que, a genética e a manipulação dos peixes e das desovas e pós-larvas coletadas podem interferir na sobrevivência das pós-larvas (CALADO et al., 2008).

A realização de estudos dos fatores que influenciam na produtividade dos sistemas de reprodução de tilápias torna-se necessária para o fornecimento contínuo de ovos, larvas, alevinos e juvenis em quantidade suficiente e de boa qualidade, com altas taxas de

sobrevivência, formação adequada, tamanho uniforme e bom potencial genético para favorecer o desenvolvimento dos peixes nas etapas subsequentes do cultivo (BHUJEL et al., 2001) por meio da determinação da melhor metodologia a ser empregada na tilapicultura.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade de alevinos de tilápia do Nilo da linhagem GIFT em diferentes sistemas de reprodução, durante a safra 2011/2012 na piscicultura Sgarbi, Palotina, PR, Brasil.

2 REVISÃO

2.1 Tilapicultura

O cultivo de tilápias normalmente é realizado em uma primeira fase, denominada larvicultura e alevinagem, que compreende o período da eclosão das larvas até o alevino de tamanho comercial (MEURER et al., 2005), e outras duas fases conhecidas como crescimento e terminação. Segundo Andrade e Yasui (2003), a larvicultura de peixes possui importância fundamental na cadeia produtiva da piscicultura, pois está relacionada com o fornecimento contínuo de “sementes” para as etapas posteriores do cultivo. A produção de pós-larvas e alevinos de tilápias, quanto à disponibilidade e qualidade de alevinos monosexo e aos índices reprodutivos da espécie, é o setor melhor estruturado que de outras espécies (OSTRENSKY et al., 2008), o que tem contribuído para o desenvolvimento da tilapicultura.

O desenvolvimento do cultivo da tilápia do Nilo nas duas últimas décadas impulsionou drasticamente a produção mundial de peixes de água doce para um total 33,7 milhões de toneladas, concebendo 56,4% do montante produzido no ano de 2010 (FAO, 2012). No Brasil, de acordo com o levantamento realizado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA em 2010 (BRASIL, 2012), a tilapicultura brasileira contribuiu com 39,42% do total de peixes cultivados no continente brasileiro, alcançando aproximadamente 155,4 mil toneladas produzidas no ano de 2010.

O Paraná, com 9,08% do cultivo nacional de peixes de água doce, classificou-se como quinto estado com maior produção em 2010, e a região oeste do estado foi o décimo maior pólo produtor da piscicultura brasileira, chegando à quantidade de 16.500 toneladas de tilápia produzida em viveiros (KUBITZA et al., 2011). Além disso, a região conta com propriedades especializadas na larvicultura e alevinagem, distribuidoras de larvas, alevinos e juvenis para o território nacional.

Conforme Kubitza (2011), mais de 70 espécies de tilápia são conhecidas mundialmente e, segundo El-Sayed (2006), aproximadamente 22 destas são cultivadas comercialmente, porém a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia azul (*O. aureus*), a *green-head* tilápia (*O. macrochir*), a tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*), a tilápia rendali (*T. rendalli*), a tilápia da Galiléia (*O. galilaeus*), a tilápia zili (*Tilapia zillii*) e a tilápia de Zanzibar (*O. hornorum*) são as espécies mais cultivadas.

2.2 Tilápia do Nilo

A amplitude de qualidades da tilápia faz da *Oreochromis niloticus* uma das mais adequadas para o cultivo, desde regimes extensivos até superintensivos, e isso se verifica pelo exigente mercado nacional e internacional em ascensão (FITZSIMMONS, 1998). A tilápia do Nilo é uma espécie versátil atualmente encontrada em quase todos os sistemas de cultivo aquáticos tropicais, tanto em pequenos viveiros, no policultivo, como em sistemas de produção altamente intensiva, por exemplo, tanques, hapas e tanques-rede (CAMPOS-MENDOZA et al., 2004).

Nativa de diversos países africanos, a tilápia do Nilo é a espécie mais importante cultivada mundialmente (EL-SAYED, 2006), destacando-se por características como, aceitar ampla variedade de alimentos, apresentar rápido crescimento e reprodução, ter rusticidade e ótima resistência a doenças, ao superpovoamento, a baixos níveis de oxigênio dissolvido e a altas concentrações de amônia, tolerando um amplo limite de temperatura, apresentando alta prolificidade e poder ser aclimatada a altas concentrações de salinidade (SILVA, 2009). Além disso, a tilápia é apreciada mundialmente por gerar um pescado de alta qualidade (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

É encontrado um grande número de linhagens de tilápia do Nilo (GODOY, 2006) e aquelas existentes no Brasil são de origens distintas (FÜLBER et al., 2009). Uma das linhagens muito utilizada na tilapicultura é a Tailandesa ou Chitralada, desenvolvida no Japão e melhorada no Palácio Real de Chitralada na Tailândia (ZIMMERMANN, 2000). A tilápia de Bouaké, da Costa do Marfim, África, chegou ao Brasil em 1971 (WAGNER et al., 2004). Introduzida no mercado brasileiro, a Supreme Tilápia (*Genomar Supreme Tilapia*), é uma linhagem desenvolvida pela empresa Genomar, depois de mais de 20 anos de seleção genética (ZIMMERMANN, 2003). A linhagem GIFT (*Genetically Improved Farmed Tilapia*) foi produzida nas Filipinas, e introduzida no Brasil em 2005 (FÜLBER et al., 2009) e tem sido o alvo de diversos estudos.

2.2.1 Linhagem GIFT

A tilápia *Oreochromis niloticus* do WorldFish Center, conhecida como *Genetically Improved Farmed Tilapia* (GIFT) é uma linhagem desenvolvida, inicialmente pelo

International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), atual *WorldFish Center* (PONZONI et al., 2011), a partir do cruzamento de oito linhagens, sendo quatro linhagens africanas selvagens e quatro linhagens domesticadas na Ásia (GUPTA; ACOSTA, 2004). O melhoramento foi realizado com o cruzamento e seleção por 10 gerações, entre 1988 e 1997.

Em 2005, a Estação Experimental em Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá (UEM/CODAPAR) recebeu representantes de 30 famílias da linhagem GIFT a partir um projeto elaborado em parceria com *Worldfish Center* e apoio da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP), tornando o Brasil o primeiro país na América Latina a receber esta linhagem geneticamente melhorada (LUPCHINSKI JÚNIOR et al., 2008).

Diversos estudos sobre o desempenho produtivo e reprodutivo da linhagem GIFT e de outras linhagens da tilápia do Nilo foram realizados mundialmente (Tabela 1).

Tabela 1. Características de desempenho produtivo e reprodutivo avaliadas para as diversas linhagens de *O. niloticus*

Linagem	Características de desempenho	País	Referência
Bouaké, Chitralada e GIFT	Produção e rendimento do filé	Brasil	Fülber et al. (2009)
GIFT e Supreme	Produção e rendimento de filé	Brasil	Fioravanti Filho (2011)
Bouaké, Chitralada, GIFT e Supreme	Produção e alevinos	Brasil	Massago (2007)
Chitralada	Produção com redução do tempo de criação	Brasil	Godoy (2006)
Chitralada	Prolificidade	Brasil	Santos (2007)
Chitralada	Produção de larvas, quantidade de ovos e porcentagem de eclosão	Brasil	Moura et al. (2011)
Tai – Chitralada	Reprodução, produção e deposição de lipídios no tecido hepático de fêmeas	Brasil	Bombardelli et al. (2009)
Tai – Chitralada	Reprodução	Tailândia	Tsadik e Bart (2007)
GIFT	Reprodução e produção de ovos	-	Ridha (2010)
Tai – Chitralada	Intervalo entre desovas e qualidade dos ovos	-	Getinet (2008)
GIFT e Saint Peter®	Interação genótipo-ambiente e produção	Brasil	Machado (2012)
GIFT, Bouaké e Chitralada	Desempenho produtivo e retenção de metais pesados	Brasil	Marengoni et al. (2008)
Tailandesa, Bouaké	Rendimento e composição do filé	Brasil	Leonhardt et al. (2006)

O desenvolvimento da linhagem GIFT destacou-se pelo o pioneirismo em melhoramento genético de peixes tropicais (GUPTA; ACOSTA, 2004) e os resultados do programa de melhoramento genético desenvolvido determinaram a avaliação do desempenho desta linhagem em condições distintas, estimulando programas de pesquisa regionais para avaliar os resultados em diferentes climas e condições de cultivo (WORLDFISH CENTER, 2004). Ponzoni et al. (2011) e Machado (2012) observaram a evidência da interação genótipo-ambiente na tilápias da linhagem GIFT na expressão de suas características genéticas.

Além da avaliação de desempenho, há evidências sustentadas de ganhos de 10-15% por geração ao longo de mais de seis gerações desta linhagem e, até o momento, esses ganhos não foram acompanhados por qualquer resposta indesejável correlacionada (PONZONI et al., 2011).

2.3 Índices reprodutivos

A fecundidade da tilapicultura, também conhecida como o número de alevinos produzidos por ano, pode ser alterada em função do efeito dos fatores ambientais, da subestimação do potencial reprodutivo pela menor obtenção do número de alevinos em relação ao número de ovos e, do fato de haver uma pequena correlação entre o número de ovos e número de alevinos produzidos (EL-SAYED, 2006).

Na maioria das tilápias, a fecundidade varia consideravelmente entre os peixes da mesma espécie, e até mesmo entre as fêmeas de tamanhos semelhantes, sobretudo nas classes de peixes grandes. Além disso, a fecundidade e o tamanho dos ovos estão diretamente relacionados com o tamanho ou a idade do animal e com a alta variabilidade (RIDHA; CRUZ, 1989). Segundo Little (1989), geralmente as fêmeas maiores produzem mais ovos por desova que as fêmeas menores.

Moura et al. (2011) encontraram uma relação inversamente proporcional entre o peso das fêmeas e a fecundidade relativa dos ovos, porcentagem de eclosão e o número de pós-larvas sobreviventes, com as melhores produtividades resultantes das fêmeas mais leves. Bhujel (2000) explica que, na produção comercial de alevinos de tilápia do Nilo, reprodutores com peso médio variando entre 150 e 250 g são os preferidos.

Diversos fatores podem influenciar o sucesso reprodutivo em muitas espécies de peixes, como proporção sexual entre reprodutores, densidade de estocagem, idade, tamanho, nutrição

e regime de alimentação (TAHOON, 2007; HAMMOUDA et al., 2008; IBRAHIM et al., 2008). Alguns dos fatores que influenciam nos índices reprodutivos da tilápia podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Fatores que interferem nos índices reprodutivos da tilápia.

Espécie	Fator de influência	Referência
<i>O. mossambicus</i>	Proporção sexual	Salama (1996), Shubha e Reddy (2011)
<i>O. niloticus</i>	Padrão de crescimento dos reprodutores	Santos et al. (2007)
<i>O. niloticus</i>	Peso das fêmeas	Moura et al (2011)
<i>O. niloticus</i>	Média de temperatura da água	Faruk et al. (2012)
<i>O. niloticus</i>	Fotoperíodo	Campos-Mendoza et al. (2004), El-Sayed e Kawanna (2007)
<i>O. niloticus</i>	Idade das fêmeas em reprodução	Getinet (2008), Ridha e Cruz (1989)
<i>O. niloticus</i>	Nutrição dos reprodutores - Nível de proteína e energia na dieta dos reprodutores	Bhujel et al. (2001), El-Sayed e Kawanna (2008)
<i>O. niloticus</i>	Densidade de estocagem dos reprodutores e fotoperíodo	Tharwat (2007)
<i>O. niloticus</i> x <i>O. aureus</i>	Idade, densidade de estocagem e proporção sexual entre os reprodutores	Siddiqui e Al-Harbi (1997)

O tempo de desenvolvimento e maturação dos ovos fertilizados de tilápia varia de 3 a 6 dias (EL-SAYED, 2006), entretanto, este período para eclosão total dos ovos, bem como, a qualidade destes, a taxa de eclosão e a porcentagem de larvas deformadas podem ser afetados por uma série de fatores (Tabela 3).

O método de incubação utilizado na obtenção de alevinos também influencia na fecundidade do sistema de produção. Caso a incubação dos ovos seja realizada artificialmente, muitos fatores podem interferir na sobrevivência das larvas, como densidade de estocagem, estado nutricional dos reprodutores, vazão de água, ovos não fertilizados e a mortalidade causada pela manipulação (CALADO et al., 2008).

Ótimas condições ambientais são necessárias a fim de atingir o melhor desempenho reprodutivo da espécie (FARUK et al., 2012). Melhorar a temperatura da água por meio de aquecimento ou sombreamento aumenta a eficiência reprodutiva e a produção de alevinos (EL-SAYED, 2006).

Tabela 3. Fatores que influenciam a eclosão de ovos e o desenvolvimento larval de tilápias

Fator de influência	Desempenho produtivo influenciado	Referência
Classe de peso dos reprodutores	Número de pós-larvas sobreviventes e taxa de eclosão	Moura et al. (2011)
Nutrição dos reprodutores	Número de pós-larvas sobreviventes, Taxa de larvas deformadas e taxa de eclosão	Soliman et al. (1986), El-Sayed et al. (2003)
Temperatura da água	Taxa de larvas deformadas, tempo para eclosão e taxa de eclosão	El-Sayed (2006)
Salinidade	Taxa de eclosão e tempo para eclosão	El-Sayed et al. (2005a)
Fluxo de água	Pós-larvas sobreviventes, taxa de eclosão e tempo de incubação	El-Sayed et al. (2005b)
Nutrição e densidade de estocagem dos reprodutores	Qualidade dos ovos	Tsadik e Bart (2007)

2.4 Sistemas de produção de pós-larvas

A produção de pós-larvas e alevinos depende do sistema reprodutivo utilizado, caracterizado pela estrutura de viveiros, tanques ou hapas de reprodução, pelo grau de intensificação (LITTLE et al., 1994) e pela estratégia de obtenção de pós-larvas adotada, seja por coleta de ovos na boca das fêmeas ou coleta de cardumes de pós-larvas (MACITOSH; LITTLE, 1995).

Diversos autores estudaram o desempenho reprodutivo e a produtividade de alevinos em diferentes estruturas de reprodução, obtendo elevada produtividade em tanques (SIDDIQUI; AL-HERBI, 1997), em viveiros (LITTLE, 1989; MISISKI; COSTA-PIERCE, 1997) e em hapas (BHUJEL et al., 2001; LITTLE et al., 2000; TSADIK; BART, 2007).

2.4.1 Estruturas de reprodução

Diversas estruturas são utilizadas para a reprodução de tilápias, entretanto, as mais comuns, de acordo com Bhujel et al. (2000), são viveiros, tanques e hapas.

2.4.1.1 Viveiros

A desova em viveiros é o mais antigo método utilizado para a produção de alevinos de tilápia, e ainda é amplamente difundido em diversas regiões, especialmente nos países em desenvolvimento (LITTLE; HULATA, 2000). Conforme El-Sayed (2006), a tilápia reproduz facilmente em viveiros, independentemente do tamanho e profundidade quando os requisitos ambientais – temperatura, salinidade, entre outros, e os critérios biológicos – densidade e proporção sexual são atendidos. Contudo, o tamanho do viveiro, a forma e profundidade afetam a eficiência da coleta e a produção de alevinos.

A principal limitação dos viveiros de reprodução são a falta de sustentabilidade, ocasionada pela predação de peixes pequenos por outros peixes, o canibalismo por desovas assíncronas e a redução da frequência de desovas ocasionada pela superlotação de alevinos e juvenis (LITTLE et al., 1994). A maioria destas limitações pode ser superada por meio do aumento da fertilidade da água, da coleta regular de ovos e larvas destas estruturas (MACINTOSH; LITTLE, 1995) e do impedimento da entrada de aves, morcegos, e outros predadores, com telas protetoras dos viveiros (KUBITZA, 2009).

2.4.1.2 Tanques

Os tanques de alvenaria estão entre as unidades mais utilizadas para a produção de alevinos na desova de tilápia, especialmente para o cultivo intensivo em zonas onde a água doce é limitada (EL-SAYED, 2006). De acordo com Bhujel (2000), os tanques são mais eficientes em termos de produção de alevinos por unidade de área utilizada. Estas estruturas apresentam muitas vantagens sobre os viveiros e sobre as hapas instaladas em viveiros, incluindo o alto rendimento por unidade de área, a facilidade de coleta de pós-larvas e melhor gestão da água por meio da renovação e do tratamento, enquanto a sua principal desvantagem é o custo mais elevado (EL-SAYED, 2006).

A eficiência de desova em tanques pode ser afetada pelo tamanho, dimensões, forma, cor, profundidade e material de construção utilizado e a intensidade de acasalamento, desova e produção de alevinos de tilápia também podem estar relacionadas com os abrigos de desova (EL-SAYED, 2006). Baroiller et al. (1997) verificaram que a produção de alevinos de tilápia do Nilo foi cinco vezes maior em tanques de 12 m², contendo abrigos artificiais em relação

que não continham, sugerindo que os abrigos artificiais estimulam a sincronia da atividade reprodutiva dos peixes.

2.4.1.3 Hapas

As hapas apresentam muitos atributos que as tornam uma estrutura de reprodução excelente para tilápia, especialmente nos países em desenvolvimento, incluindo a facilidade de construção, de manejo, de coleta de ovos e larvas e o baixo custo (EL-SAYED, 2006). As hapas podem permanecer suspensas em viveiros com áreas profundas e em tanques, entretanto, precisam de manutenção permanente e limpeza de incrustações (LITTLE; HULATA, 2000).

Em comparação com a estrutura de reprodução em tanques, as hapas em viveiros são mais baratas, mais convenientes de administrar e podem acomodar um grande número de reprodutores em grandes estruturas, que proporcionam ambientes estáveis para os reprodutores (BHUJEL, 2000).

Little (1989) estudou a produtividade de diferentes sistemas de reprodução em condições semelhantes na Tailândia, encontrando que, a produtividade por unidade de área das hapas e dos tanques foram similares e superiores à produtividade dos viveiros, devido à maior utilização de lâmina de água desta estrutura.

A utilização de hapas possibilita aumentar as densidades, aperfeiçoar a utilização de alimentos artificiais e melhorar a eficiência de conversão alimentar, facilitando ainda o manejo de rotina e o monitoramento sanitário (MACINTOSH; LITTLE, 1995). Entre as desvantagens dessa produção, encontram-se a deterioração da qualidade da água em razão das elevadas densidades de estocagem e as possíveis doenças que se dispersam rapidamente (BEVERIDGE, 1986).

2.4.2 Estratégias de coleta de pós-larvas

A obtenção de pós-larvas pode ocorrer utilizando a coleta de cardumes de larvas nas estruturas onde estão estocados os reprodutores ou a coleta direta dos ovos nas bocas das fêmeas em reprodução (KUBITZA, 2011).

2.4.2.1 Coleta de cardumes de pós-larvas

Os cardumes de pós-larvas são coletados com auxílio de puçás, assim que deixam de ser protegidos pela fêmea, no estágio de desenvolvimento de larvas, definido por Nakatani et al. (2001), como o tamanho apropriado para serem submetidas ao processo de inversão sexual.

De acordo com Kubitzka (2011), a coleta de cardumes de pós-larvas pode ocorrer como coleta parcial e contínua de cardumes em viveiros sem a redução do volume de água, coleta total de pós-larvas em taques ou viveiros equipados com caixas de coleta, os quais são drenados totalmente para a captura, e ainda, coleta total de pós-larvas em hapas para reprodução.

Na coleta parcial e contínua de cardumes não é realizada a drenagem dos viveiros permitindo reduzir a utilização de água, os problemas de qualidade da água e os gastos adicionais com a construção de caixas de despesca (LOVSHIN, 1982). Entretanto, a coleta pode ser prejudicada pela baixa transparência da água, pelas fêmeas que abrigam as pós-larvas em sua boca até o quinto ou sétimo dia de vida, pelos alevinos que canibalizam as novas pós-larvas e pelos juvenis, que inibem as desovas das fêmeas. O aumento da produtividade pode ser obtido por coleta diária com puçás nas margens do viveiro, o que demanda intensa mão-de-obra.

Conforme Kubitzka (2011), a coleta total de pós-larvas em taques ou viveiros permite a maior recuperação de pós-larvas por quilo de fêmea, dificulta o canibalismo, melhora a sincronia de desovas entre as fêmeas, padroniza o tamanho e a idade das pós-larvas, obtendo-se maior êxito na reversão sexual. Contudo, necessita de maior utilização de água na drenagem e enchimento dos tanques e viveiros, de tanques adicionais para a transferência dos reprodutores e de maior investimento pela construção de caixas de coleta.

A coleta total de pós-larvas em hapas, de acordo com Silva (2009), é mais fácil e exige menos mão-de-obra em relação à coleta nos viveiros e tanques, refletindo no maior número de pós-larvas recuperadas por quilo de fêmea em relação à coleta total em tanques e viveiros. A fabricação dos hapas requer menor investimento que a construção de tanques ou caixas de coleta e possibilita a utilização de viveiros de difícil drenagem. As desvantagens desta estratégia são o custo elevado em regiões onde a malha não é disponível, a frequente obstrução de malhas pela deposição de algas, resíduos orgânicos e argilas que comprometem a qualidade da água dentro das hapas e conseqüentemente a produtividade do sistema, além de

demandar constantes reparos e limpeza das malhas. Há ainda o risco de rompimento da malha e fuga dos reprodutores e pós-larvas, de predação dos reprodutores por aves e de roubos.

2.4.2.2 Coleta de ovos diretamente da boca das fêmeas

Nos sistemas de cultivo, os ovos são coletados diretamente da boca das fêmeas, produzidas em hapas e tanques, e incubados artificialmente (MACINTOSH; LITTLE, 1995). É um método muito eficaz para a produção das pós-larvas, principalmente por proporcionar a padronização em tamanho e idade dos animais, facilitando a aplicação de tecnologias para induzir a definição do sexo fenotípico, bem como a manipulação cromossômica (YASUI et al., 2006).

Segundo Bhujel (2000), esse manejo também promove a sincronização, o aumento da frequência das desovas e parece haver uma relação inversa entre o intervalo das coletas dos ovos e a sua produção. Mesmo assim, esse manejo é estressante e pode ocasionar a perda ou danificação dos ovos ou larvas, sendo necessária a obtenção de formas práticas, precisas e seguras dos métodos de incubação e do desenvolvimento embrionário de peixes para a obtenção de ovos (RANA, 1986).

Nas desvantagens da coleta de ovos e incubação em laboratório, de acordo com Kubitzka (2011), incluem a necessidade de investimento em infraestrutura para a incubação de ovos, necessidade de fabricação e manutenção de hapas, utilização mais intensa de mão-de-obra durante o manejo individual das matrizes e o manejo dos laboratórios de incubação e eclosão dos ovos.

2.4.2.2.1 Incubação Artificial

Em ambientes de cultivo, na maioria dos casos, os ovos de tilápias do gênero *Oreochromis Sarotherodon* são incubados artificialmente, em aparatos específicos para ovos em alta densidade, promovendo oxigenação semelhante ao observado na incubação natural, realizada na cavidade oral (ROTHBARD; PRUGININ, 1975; TREWAVAS, 1982; CALADO

et al, 2008). Portanto, os diversos recipientes utilizados na incubação artificial devem permitir a suave movimentação dos ovos na coluna de água (MACINTOSH; LITTLE, 1995).

As unidades de incubação de ovos de tilápia podem ser simples, baratas e fáceis de fazer, tais como garrafas plásticas e recipientes de fundo redondo, porém, os equipamentos necessários para incubação artificial não são comumente disponíveis no mercado (CALADO et al., 2008).

Conforme El-Sayed (2006), a remoção de ovos e larvas da boca das fêmeas e sua incubação artificial é um método muito eficaz de produção de alevinos de tilápia em massa. A incubação artificial é preferível em relação à incubação natural devido a: (1) a eliminação de canibalismo, (2) padronização em tamanho e idade dos animais, (3) aumento da sincronia de desova, (4) diminuição do intervalo entre desovas, (5) redução do tempo de eclosão (6) incentivo a pesquisas sobre genética e reprodução de tilápia, (7) incentivo a aplicações em tecnologias de indução de sexo fenotípico e manipulação cromossômica (ZIMMERMANN, 1999; EL-SAYED, 2006; YASUI et al., 2006).

Diversas metodologias para a incubação de ovos de tilápias são utilizadas. Brooks Jr. (1994) e Afonso et al. (1993) utilizando incubadoras que mantinham os ovos estáticos, sobre telas, obtiveram taxas de eclosão variando de 70 a 90% e de 91,58 a 94,75 %, respectivamente. Rana (1986) estudou dois sistemas de incubação para tilápias, verificando melhores resultados em incubadoras côncavas, quando comparadas àquelas de formato afunilado e com entrada de água na parte inferior. Calado et al. (2008) estudaram os sistemas alternativos de incubadoras, com garrafas plásticas submetidas a diferentes densidades de estocagem, encontrando melhores resultados de taxa de eclosão (85,33 %) naquelas com menor número de ovos estocados (250 ovos L⁻¹).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D.R.; YASUI, G.S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.27, n.2, p.166-172, 2003.
- AFONSO, L.O.B; GUDDE, D.H.; LEBOUTE, E.M. et al. Método para a incubação artificial de ovos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.3, p.502-505, 1993.
- BAROILLER J.F.; DESPREZ D.; CARTERETY. et al. Influence of environment and social factors on the reproductive efficiency in three tilapia species, *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, and the red tilapia (red Florida strain). In: FITZSIMMONS, K. (Ed) **Proceeding of the fourth international symposium on tilapia in aquaculture**. Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1997. p.238-252.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage Aquaculture**. 2 Ed. Oxford: Fishing News Books Ltd., 1996. 346p.
- 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**, Amsterdam, v.181, n.1, p.37-59, 2000.
- BHUJEL, R.C.; TURNER, W.A.; YAKUPITIYAGE, A. et al. Impacts of environmental manipulation on the reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Aquaculture in the Tropics**, Calcutta, v.16, n.3, p.197-209, 2001.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M. et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1391-1399, 2009.
- BRASIL. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura - 2010**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. 129p.
- BROOKS JR, G.B.A. Simplified method for the controlled production and artificial incubation of *Oreochromis* eggs and fry. **Progressive Fish Culturist**, Washington, v.56, n.1, p.58-59, 1994.
- CALADO, L.L.; YASUI, G.S.; RIBEIRO FILHO, O.P. et al. Densidades de incubação de ovos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema alternativo. **Ciência Animal**, Fortaleza, v.18, n.2, p.75-80, 2008.
- CAMPOS-MENDOZA, A.; MCANDREW, B.J.; COWARD, K. et al. Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. **Aquaculture**, Amsterdam, v.231, n.1-4, p.299-314, 2004.

- EL-SAYED, A.F.M. Reproduction and seed production. In: EL-SAYED, A.F.M. (Ed.) **Tilapia Culture**, London: CABI Publishing, 2006. p.70-94
- EL-SAYED, A.F.M.; KAWANNA, M. Effects of photoperiod on growth and spawning efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) broodstock in a recycling system. **Aquaculture Research**, Oxford, v.38, n.12, p.1242-1247, 2007.
- EL-SAYED, A.F.M.; KAWANNA, M. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, Amsterdam, v.280, n.1-4, p.179-184, 2008.
- EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary protein levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.220, n.1-4, p.619-632, 2003.
- EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.248, n.1-4, p.187-196, 2005a.
- EL-SAYED, A.F.M.; KAWANNA, M.; MUDAR, M. Effects of water flow rates on growth and survival of Nile tilapia fry. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v.36, n.1, p.5-6, 2005b.
- FARUK, M.A.R.; MAUSUMI, M.I.; ANKA, I.Z. et al. Effects of temperature on the egg production and growth of monosex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fry. **Bangladesh Research Publications Journal**, Bangladesh, v.7, n.4, p.367-377, 2012.
- FERREIRA, D.; GIL BARCELLOS, L.J. Enfoque combinado entre as boas práticas de manejo e as medidas mitigadoras de estresse na piscicultura. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v.34, n.4, p.601-611, 2008.
- FIORAVANTI FILHO, R.S.; CARVALHO, R.H.; FERNANDES JÚNIOR, F. et al. Caracterização e diferenciação morfométrica de duas linhagens de tilápia do Nilo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, [2011]. (CD-ROOM).
- FITZSIMMONS, K. O mercado de tilápia nos EUA. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.8, n.45, p.28-30, 1998.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The state of world fisheries and aquaculture, 2012**. Roma: FAO, 2012.
- FÜLBER, V.M.; MENDEZ, L.D.V.; BRACCINI, G.L. et al. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.31, n.2, p.177-182, 2009.
- GETINET, G.T. Effects of maternal age on fecundity, spawning interval, and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.39, n.5, p.671-677, 2008.

- GODOY, C.E.M. **Produção da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L, 1758), linhagem Chitralada, de pequeno porte, em tanques-rede visando o atendimento de comunidades carentes.** 2006. 57f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- GUPTA, M.V.; ACOSTA, B.O. From drawing board to dining table: The success story of the GIFT project. **NAGA, Worldfish Center Quarterly**, Penang, v.27, n.3-4, p.4-14, 2004.
- HAMMOUDA, Y.A.F.; IBRAHIM, M.A.R.; ZAKI EL-DIN, M.M.A. et al. Effect of dietary protein levels and sources on reproductive performance and seed quality of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) broodstock. **Abbassa International Journal for Aquaculture**, v.1A, p.55-78. 2008.
- IBRAHIM, M.A.; HAMMOUDA, Y.A.F.; ZAKI EL-DIN, M.M.A. et al. Effect of dietary protein levels and sources on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) broodstock. **Abbassa International Journal for Aquaculture**, v.1B, p.251-274. 2008.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial.** 2 ed. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. 316p.
- KUBITZA, F. Produção de tilápias em tanques de terra: estratégias avançadas no manejo. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n.115, p.14-21, 2009.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; ONO, E.A. et al. Panorama da Piscicultura no Brasil: Estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.22, n.132, p.14-25, 2012.
- LEONHARDT, J.H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H. et al. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.1, p.125-1432, 2006.
- LITTLE, D.C. **An evaluation of strategies for production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry suitable for hormonal treatment.** 1989. Tese (Ph.D. em Aquicultura) – University of Stirling, Stirling.
- LITTLE, D.C.; HULATA, G. Strategies for tilapia seed production. In: BEVERIDGE M. C. M.; MCANDREW, B. J. (Ed) **Tilapias: biology and exploitation.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p.267–326.
- LOVSHIN, L.L. Tilapia hybridization. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, ICLARM CONFERENCE 7., 1982, Manila, **Anais...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p. 279.
- LUPCHINSKI JÚNIOR, E.; VARGAS, L.; POVH, J.A. et al. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.30, n.2, p.233-240, 2008.

- MACHADO, L.M.C. **Avaliação genética de tilápias da linhagem GIFT e Saint Peter®**. 2012. 77f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.
- MACINTOSH, D.J.; LITTLE, D.C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS R.J. (Ed.) **Broodstock Management and Egg and Larval Quality**, 1 ed. Cambridge: Blackwell Scientific Ltd., 1995. p.277-320.
- MARENGONI, N.G.; POSSAMAI, M.; GONÇALVES JUNIOR, A.C. et al. Performance e retenção de metais pesados em três linhagens de juvenis de tilápia-do-Nilo em hapas. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.30, n.3, p.351-358, 2008.
- MASSAGO, H. **Desempenho de alevinos de quatro linhagens da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e análise da variabilidade genética pelos marcadores RAPD / Haluko Massago**. 2007. 40f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal.
- MISISKI, O.V.; COSTA-PIERCE, B.A. Factors influencing the spawning success of *Oreochromis karongae* (Trewavas) in ponds. **Aquaculture Research**, Oxford, v.28, n.2, p.87-99, 1997.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. et al. Fontes protéicas suplementadas com aminoácidos e minerais para a tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.1-6, 2005.
- MOURA, P.S.; MOREIRA, R.L.; TEIXEIRA, E.G. et al. Desenvolvimento larval e influência do peso das fêmeas na fecundidade da tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.3, p.531-537, 2011.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G. et al. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: Eduem, 2001. 378p.
- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. 276p.
- PONZONI, R.W.; NGUYEN, H.N.; KHAW, H.L. et al. Genetic improvement of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with special reference to the work conducted by the WorldFish Center with the GIFT strain. **Reviews in Aquaculture**, Hoboken, v.3, n.1, p.27-41, 2011.
- RANA, K.J. **Parental influences on egg quality, fry production and fry performance in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) and *O. mossambicus***, 1986. 295f. Tese (Ph.D. em Aquicultura) – University of Stirling, Stirling.
- RIDHA, M.T. Spawning performance and seed production from hybridization between *Oreochromis spilurus* and the GIFT strain of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, Oxford, v.41, n.11, p.e723-e729, 2010.
- RIDHA, M.T.; CRUZ, E.M. Effect of age on the fecundity of tilapia *Oreochromis spilurus*. **Asian Fisheries Science**, Manila, v.2, n.2, p.239-247, 1989.

- ROTHBARD, S.; PRUGININ, Y. Induced spawning and artificial incubation of *Tilapia*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.5, n.4, p.315-321, 1975.
- SALAMA, M. E. Effects of sex ratio and feed quality on mass production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fry. **Aquaculture Research**, Oxford, v.27, n.8, p.581-585, 1996.
- SANTOS, L.S.; OLIVEIRA FILHO, D.R.; SANTOS, S.S. et al. Prolificidade da tilápia-do-Nilo, variedade Chitralada, de diferentes padrões de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, São Luiz, v.2, n.3, p.26-34, 2007.
- SIDDIQUI, A.Q.; AL-HARBI, A.H. Effects of sex ratio, stocking density and age of hybrid tilapia on seed production in concrete tanks in Saudi Arabia. **Aquaculture International**, Andover, v.5, n.3, p.207-216, 1997.
- SILVA, J.W.B. **Tilápias: biologia e cultivo**. Evolução, situação atual e perspectivas da tilapicultura no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 326p.
- SHUBHA, M.; REDDY, S.R. Effect of stocking density on growth, maturity, fecundity, reproductive behaviour and fry production in the mouth brooding cichlid *Oreochromis mossambicus* (Peters). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.10, n.48, p.9922-9930, 2011.
- SOLIMAN, A.K.; JAUNCEY, K.; ROBERTS, R.J. The effect of dietary ascorbic acid supplementation on hatchability, survival rate and fry performance in *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Aquaculture**, Amsterdam, v.59, n.3-4, p.197-208, 1986.
- TAHOUN, A.M.A. **Studies on some factors affecting the production and reproduction of Nile tilapia**. 2007. Tese (Ph.D. em Aquicultura) – University of Kafr El-sheikh, Egypt.
- THARWAT, A.A. The productivity of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) reared under different broodstock densities and photoperiods in a recycling water system. **Egyptian journal of aquatic biology and fisheries**, Cairo, v.II, n.2, p.43- 64, 2007.
- TREWAVAS, E. Generic grouping of Tilapiini used in aquaculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v.27, n.1, p.79-81, 1982.
- TSADIK, G.G.; BART, A.N. Characterization and comparison of variations in reproductive performance of Chitralada strain Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture Research**, Oxford, v.38, n.10, p.1066-1073, 2007.
- WAGNER, P.M.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.M. et al. Avaliação de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.26, n.2, p.187-196, 2004.
- WORLD FISH CENTER. **GIFT technology manual: an aid to tilapia selective breeding**. Penang: WorldFish Center, 2004. 56p.

- YASUI, G.S.; SANTOS, L.C.; RIBEIRO FILHO, O.P. et al. Cultivo monossexual de tilápias: importância e obtenção por sexagem e inversão sexual. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.1, p.37-51, 2006.
- ZIMMERMANN, S. Bom desempenho das Chitraladas no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.10, n.60, p.15-19, 2000.
- ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias-do-nilo geneticamente superiores. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.9, n.54, p.15-21, 1999.
- ZIMMERMANN, S. Um moderno instrumental genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.13, n.76, p.69, 2003.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p.239-266.

3 PRODUTIVIDADE DE ALEVINOS EM SISTEMAS DE REPRODUÇÃO DE TILÁPIA DO NILO DA LINHAGEM GIFT

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produtividade de alevinos de tilápia do Nilo da linhagem GIFT em diferentes sistemas de reprodução, quanto à área, à estratégia de coleta de pós-larvas, à mão-de-obra e às famílias de reprodutores utilizadas. Os sistemas de reprodução foram classificados de acordo com a estrutura de reprodução e a estratégia de coleta, incluindo tanques em alvenaria com coleta de pós-larvas, viveiros com paredes revestidas em alvenaria com coleta de pós-larvas, hapas com coleta de pós-larvas, hapas com coleta de ovos e viveiros com coleta de pós-larvas, classificados respectivamente por Sistemas *I, II, III, IV* e *V*. A produtividade foi avaliada em função do sistema de reprodução, da quantidade de funcionários e, da ausência ou presença dos funcionários, denominados por *A, B, C, D, E* e *F*. A produtividade das famílias F_A , F_B e F_C de reprodutores, também foi avaliada. Foram empregadas análise de variância unifatorial e covariância. Os Sistemas *III* e *IV* foram mais ($p < 0,05$) produtivos (aproximadamente 7.000 alevinos m^{-3}). Nas hapas a produtividade da coleta de ovos foi alta no início ($p < 0,05$), decaindo ao longo do período, ocorrendo o contrário para a coleta de cardumes. No Sistema *IV* duas pessoas responsáveis obtiveram produtividade superior ($p < 0,05$) à obtida por uma. A presença do funcionário *B* demonstrou diferença significativa ($p = 0,04$) na produtividade do Sistema *IV*. O número de alevinos produzidos não foi diferente ($p > 0,05$) entre as famílias de reprodutores. O tempo para o início da eclosão dos ovos foi menor ($p < 0,05$) para os reprodutores da família F_A . A produtividade por área é maior quando as hapas são utilizadas no sistema de reprodução, independente da estratégia de coleta, e também em função de mão-de-obra dos funcionários.

Palavras-chave: cardumes de pós-larvas, coleta de ovos, estrutura de reprodução, família de reprodutores, mão-de-obra, *O. niloticus*

PRODUCTIVITY OF FINGERLINGS IN REPRODUCTION SYSTEMS OF NILE TILAPIA GIFT STRAIN

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the productivity of Nile tilapia fingerlings of GIFT strain in different reproduction systems, as the area, the collection strategy of postlarvae, the hand labor and broodstock families used. The reproductive systems were classified according to the reproduction structure and harvesting strategy, including tanks in masonry with postlarvae harvesting, ponds with masonry wall with postlarvae harvesting, hapas with postlarvae harvesting, hapas with eggs harvesting and ponds with postlarvae harvesting, classified respectively by Systems *I*, *II*, *III*, *IV* and *V*. The productivity was evaluated in function of the reproductive system, of the number of employees, and of the absence or presence of employees, called for *A*, *B*, *C*, *D*, *E* and *F*. The productivity of broodstock families F_A , F_B and F_C , was also evaluated. There were used analysis of unifactorial variance and covariance. The Systems *III* and *IV* were more ($p < 0.05$) productive (approximately 7,000 fry m^{-3}). In the hapas, the productivity of harvesting egg was high at early ($p < 0.05$), decreasing throughout the period, occurring the opposite to the harvesting of postlarvae. In the System *IV* two persons responsible obtained higher productivity ($p < 0.05$) to that obtained by one. The presence of the employee *B* showed a significant difference ($p = 0.04$) in the productivity of System *IV*. The number of fingerlings produced were not different ($p > 0.05$) between the broodstock families. The time to the onset of hatching was lower ($p < 0.05$) for the broodstock family F_A (1.5 to 2 days). The productivity per area is greater when hapas are used in reproduction systems, independent of the harvesting strategy, and also according with the hand labor of the employee.

Keywords: eggs collection, broodstock family, hand labor, *O. niloticus*, postlarvae harvesting, reproduction structure

3.1 Introdução

A tilápia é espécie de destaque da piscicultura brasileira, apresentando uma produção anual em crescimento contínuo médio de 17% a partir de 2000. O montante aproximado de 155.450,8 toneladas de tilápia produzido totalizou 39,42% das espécies cultivadas no país em 2010 (BRASIL, 2012). Entretanto, o atendimento de elevadas taxas de crescimento da tilapicultura torna de fundamental importância o fornecimento contínuo de ovos, pós-larvas e alevinos em quantidade e qualidade (BHUJEL, 2001), proporcionando as boas práticas de reprodução da espécie (MOURA et al., 2011).

A obtenção de pós-larvas e alevinos na reprodução de tilápia pode ocorrer em viveiros, tanques e hapas (BHUJEL et al., 2001), por meio da coleta contínua de cardumes de pós-larvas em viveiros, coleta total de cardumes de pós-larvas em hapas, viveiros e tanques, ou da coleta direta dos ovos nas bocas das fêmeas e incubação artificial (KUBITZA, 2011).

As hapas apresentam muitos atributos que as tornam um sistema de reprodução excelente para tilápia, incluindo a facilidade de construção, de manejo, de coleta de ovos e larvas e o baixo custo, enquanto que, nos viveiros as tilápias se reproduzem facilmente em função da obtenção de ambientes estáveis (EL-SAYED, 2006). De acordo com Bhujel (2000), os tanques também são eficientes em termos de produção de alevinos por unidade de área utilizada, enquanto a sua principal desvantagem é o custo mais elevado.

A aplicabilidade dos sistemas de produção de pós-larvas pode variar de acordo com o grau de tecnologia adotado e o recurso disponível para a produção em massa de alevinos. No entanto, produtores de alevinos de tilápia são geralmente confrontados com alguns constrangimentos que limitam a gestão de produção de alevinos (BHUJEL, 2000), como fatores genéticos e ambientais.

O aumento do conhecimento dos fatores que regulam a produtividade dos sistemas de produção de pós-larvas e alevinos é de grande importância para o desenvolvimento do cultivo de tilápia, uma vez que, a maximização da produção de alevinos é o objetivo final da gestão de reprodutores (COWARD; BROMAGE, 2000) e que, a adoção de técnicas de desova inadequadas, a desova assíncrona e a mortalidade excessiva podem inviabilizar o empreendimento (TAHOUN et al., 2008; TACHIBANA et al., 2008; CARVALHO et al., 2010).

A execução de uma análise que permita avaliar a eficácia de um sistema reprodutivo, observando a influência dos fatores que interferem na produtividade, elucidando as metodologias que indiquem, com segurança, os melhores princípios a serem utilizados, torna-

se necessária a fim de aperfeiçoar a gestão de incubação de ovos, e produção de pós-larvas e alevinos, aumentando a sustentabilidade da atividade e maximizando a rentabilidade do cultivo de tilápia.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade de alevinos de tilápia do Nilo da linhagem GIFT em diferentes sistemas de reprodução, quanto à área, à estratégia de coleta de pós-larvas, à mão-de-obra e às famílias de reprodutores utilizadas na piscicultura Sgarbi, Palotina, localizada na região oeste do Paraná - Brasil.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Caracterização do local de estudo

A coleta de dados foi realizada na Piscicultura Sgarbi, localizada no município de Palotina-PR, Brasil (24°17'2" S e 53°50'24" W). A água de abastecimento do cultivo foi oriunda de nascentes e de dois poços artesianos.

A região é caracterizada por clima subtropical temperado, com chuvas concentradas no verão, entre o período de novembro a janeiro, com média pluviométrica anual de 1600 mm. Durante o período reprodutivo dos peixes a temperatura ambiente máxima apresentou valores entre 25,1 e 36,0°C e a mínima variou de 12,1 a 20,3°C (SIMEPAR, 2012). A temperatura ambiente média variou entre 21,9 e 27,2 °C. O volume pluviométrico médio diário no período foi de 3,3 mm.

A avaliação da produtividade de alevinos por unidade de área dos sistemas de reprodução foi determinada na safra 2011/2012, compreendendo os meses de setembro de 2011 a abril de 2012.

Os peixes reprodutores utilizados na propriedade constituíam famílias de tilápias, formadas a partir da aquisição da linhagem genética GIFT (*Genetically Improved Farmed Tilapia*) na Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Na safra 2011/2012 foram utilizados 42.400 espécimes oriundos de três famílias denominadas por F_A , F_B e F_C , sendo 2.880 reprodutores da família F_A , 24.800 da família F_B , e 14.720 da família F_C .

3.2.2 Sistemas de reprodução

Os sistemas de reprodução foram classificados de acordo com a estrutura de reprodução e a estratégia de coleta de pós-larvas utilizada. As estruturas de reprodução foram tanques revestidos em alvenaria, viveiros com paredes revestidas em alvenaria, hapas e viveiros sem revestimento em alvenaria.

Os 12 tanques utilizados na reprodução apresentavam ninhos artificiais, conforme mostra a Figura 1A. Noventa e duas hapas foram instaladas em viveiros sem revestimento em alvenaria (Figura 1B). Três viveiros com paredes revestidas em alvenaria (Figura 1C) e cinco viveiros sem revestimento em alvenaria (Figura 1D) também foram utilizados para a reprodução na piscicultura. Todas as estruturas de reprodução apresentavam abastecimento e escoamento individual de água.

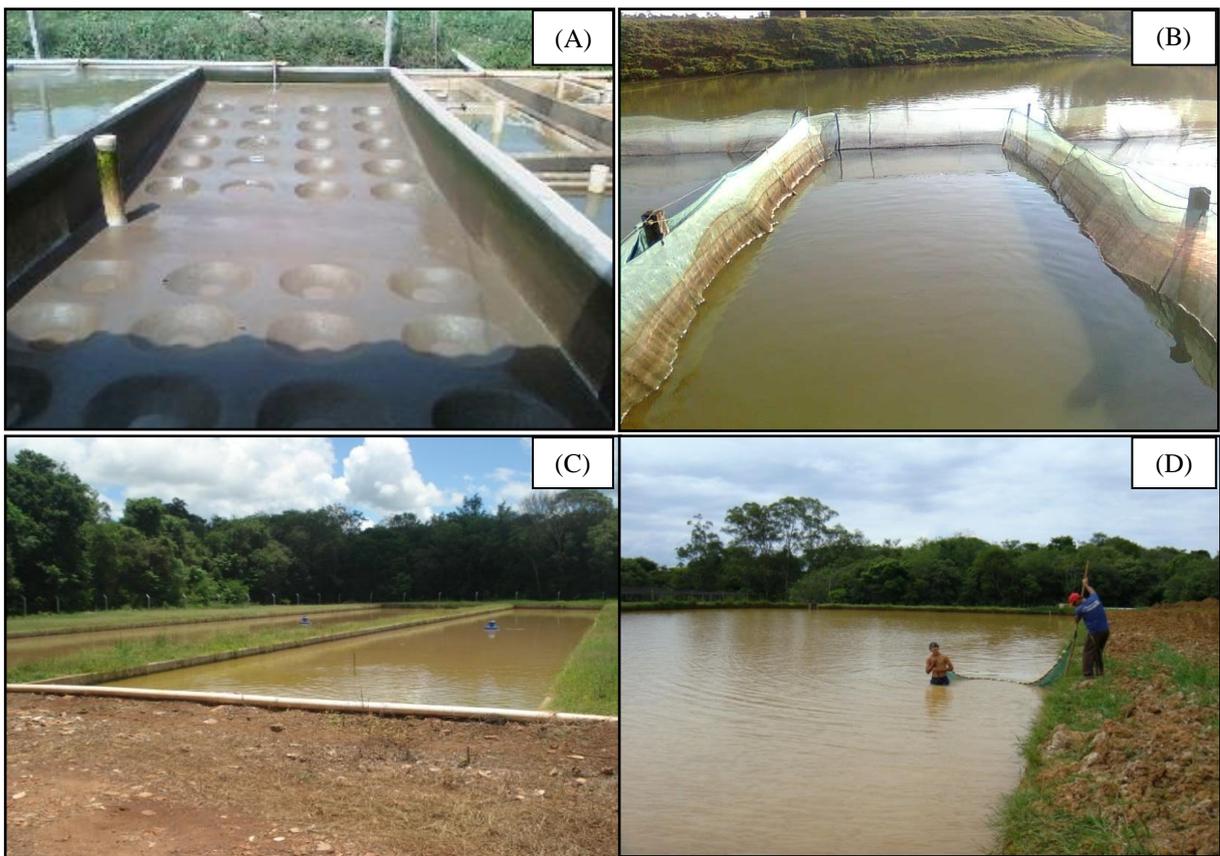


Figura 1. Tanques revestidos em alvenaria com ninhos artificiais (A), hapas fixadas em viveiros (B), viveiros com paredes revestidas em alvenaria (C) e viveiros sem revestimento em alvenaria (D) utilizados como estruturas de reprodução da Piscicultura Sgarbi na safra 2011/2012.

As estratégias de coleta de pós-larvas foram coleta parcial e contínua de cardumes de pós-larvas (Figura 2A), realizada diariamente em três etapas, e coleta de ovos por lavagem bucal (Figura 2B) semanalmente, não sendo adotado o período de descanso dos reprodutores.



Figura 2. Coleta parcial contínua de cardumes de pós-larvas (A) e coleta de ovos na boca das fêmeas (B) realizadas na Piscicultura Sgarbi na safra 2011/2012.

Os sistemas de reprodução utilizados na safra 2011/2012 apresentaram diferentes características e foram denominados como Sistemas *I, II, III, IV* e *V* (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização dos sistemas de reprodução utilizados na safra 2011/2012.

Característica	Sistema				
	I	II	III	IV	V
Estrutura	Tanque	Viveiro	Hapa	Hapa	Viveiros
Característica	Revestimento total em alvenaria	Paredes revestidas em alvenaria	Malha 4mm	Malha 4mm	Sem revestimento em alvenaria
Dimensões (m)	3 x 10 x 0,60	12 x 65 x 1	3 x 9 x 1	3 x 9 x 1	30 x 60 x 1
Área (m ³)	18	780	27	27	1.800
Estratégia de coleta	Cardumes PL*	Cardumes PL	Cardumes PL	Ovos	Cardumes PL
Densidade (reprodutor m ⁻³ de estrutura)	13,3	1,2	5,9	5,9	2,2
Densidade (reprodutor m ⁻³ de lâmina de água)	13,3	1,2	5,1	5,1	2,2
Relação fêmea:macho	3:1	2:1	3:1	3:1	3:1
Peso das fêmeas (g)	400	400	250	250	450
Peso dos machos (g)	450	450	320	320	500
Idade (anos)	2	2	1	1	2
Nº de funcionários	2	1	2 ou 3	2 ou 3	1 ou 2
Família alojada	F _A	F _B	F _C	F _C	F _B

*PL = Pós-larvas

A diferença no tamanho, idade e proporção sexual dos peixes reprodutores para os diversos sistemas de reprodução da piscicultura ocorreu em função da formação das famílias de tilápias.

O laboratório de incubação dos ovos constituía-se de um total de 34 incubadoras, sendo 17 unidades com volume de 5 L e 17 com 8 L (Figura 3). A quantidade (kg) de ovos acondicionados nas incubadoras foi de 50% do volume (L) da mesma, ou seja, em uma incubadora de 5 L recebia até 2,5 kg de ovos.



Figura 3. Incubadoras utilizadas no laboratório da Piscicultura Sgarbi durante a safra 2011/2012.

3.2.3 Manejo reprodutivo e coleta de dados

O manejo na obtenção de alevinos da propriedade consistiu da coleta direta de ovos na boca das fêmeas reproduzidas no Sistema *IV*, seguida de incubação em laboratório, e coleta contínua de cardumes de pós-larvas nos Sistemas *I*, *II*, *III* e *V* (Tabela 4).

A quantidade em kg de ovos recolhidas da boca das fêmeas em reprodução foi contabilizada. No laboratório, foram anotados os dados de tempo para o início da eclosão e tempo total de eclosão dos ovos nas incubadoras.

Todas as pós-larvas obtidas pela eclosão dos ovos no laboratório e pela coleta de cardumes nas estruturas de reprodução foram contabilizadas e transferidas para hapas, com

volume de 9 m³ (3m x 3m x 1m), dispostas paralelamente em dois viveiros da propriedade. Após o povoamento nestas hapas, as pós-larvas recebiam ração com hormônio 17- α -metiltestosterona por aproximadamente 21 dias (Figura 4). Os alevinos pós-revertidos sexualmente foram transferidos para 12 viveiros (800 m³) que serviram de estocagem.



Figura 4. Hapas utilizadas na reversão sexual dos alevinos produzidos na Piscicultura Sgarbi.

Neste estudo, foram utilizados os dados de produção total de alevinos estocados nos viveiros para posterior comercialização na safra 2011/2012. O número total de alevinos produzidos foi 38.585.000 (Tabela 5).

Tabela 5. Produção total em milheiros de alevinos (10³) na safra 2011/2012 nos sistemas de reprodução de acordo com os meses de cultivo

Mês	Sistema					Total	%
	I	II	III	IV	V		
Setembro	-*	-	55	-	55	110	0,3
Outubro	95	-	2.890	790	4.780	8.555	22,2
Novembro	100	-	1.455	1.100	4.300	6.955	18,0
Dezembro	-	1.630	1.295	2.185	3.325	8.435	21,9
Janeiro	-	2.085	560	2.485	3.210	8.340	21,6
Fevereiro	-	640	395	740	1.355	3130	8,1
Março	-	445	70	1.195	945	2.655	6,9
Abril	-	35	125	135	110	405	1,0
Total	195	4.835	6.845	8.630	18.080	38.585	100
%	0,5	12,5	17,7	22,4	46,9	100	100

* Ausência de produção

No Sistema *I* foi possível computar os dados de outubro e novembro, sendo que, nos demais meses a estrutura permaneceu desativada. A produtividade no Sistema *II* foi contabilizada a partir de dezembro de 2011, quando a estrutura começou a ser utilizada na propriedade.

A produtividade de alevinos foi avaliada em relação ao número de funcionários responsáveis por cada sistema de reprodução e em função da presença ou ausência de seis funcionários nos Sistemas *IV* e *V*, denominados neste trabalho por *A*, *B*, *C*, *D*, *E* e *F*.

3.2.4 Análise estatística

Em função da variabilidade do tamanho das estruturas de reprodução, a análise dos dados foi realizada com base na produtividade por área. A avaliação da produtividade (alevinos m^{-3}) em relação ao sistema de produção (Sistemas *I*, *II*, *III*, *IV* e *V*) foi realizada com a análise de variância unifatorial, considerando lotes de alevinos ($n=459$) como réplicas.

Adicionalmente, as produtividades da coleta de cardumes de pós-larvas (Sistema *III*) e coleta de ovos da boca das fêmeas (Sistema *IV*), bem como a coleta de cardumes nos viveiros (Sistemas *II* e *IV*), foram comparadas ao longo do período reprodutivo por meio de análise de covariância.

A produtividade foi avaliada em função da influência da quantidade de funcionários em cada sistema de reprodução e da ausência ou presença de cada funcionário responsável pelo cultivo nos Sistemas *IV* e *V*, por meio de análise de variância unifatorial.

A produtividade de ovos e larvas, o tempo até o início da eclosão dos ovos e o tempo para a eclosão total dos ovos na incubadora foram avaliados na reprodução das três famílias utilizadas na propriedade, denominadas por F_A ($n=4$), F_B ($n=5$) e F_C ($n=5$), por meio de análise de variância unifatorial, considerando as coletas semanais como réplicas.

3.3 Resultados e Discussão

A produtividade (alevinos m^{-3}) foi claramente distinta entre os sistemas de reprodução (Figura 5). Os Sistemas *III* e *IV* foram as unidades com maior ($p<0,0001$) produtividade por área, com cerca de 7 mil alevinos m^{-3} , seguidos pelo Sistema *I* com cerca de 2,7 mil alevinos m^{-3} e pelos Sistemas *II* e *V*, com média aproximada de 165 alevinos m^{-3} .

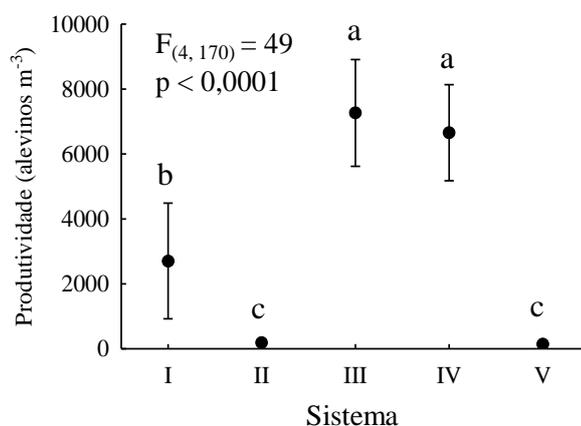


Figura 5. Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade (alevinos m^{-3}) obtida nos sistemas de reprodução, no período de outubro de 2011 a março de 2012.

A maior produtividade por área foi, portanto, encontrada na utilização de hapas para a reprodução das tilápias (Figura 5). Um dos fatores que pode ter proporcionado este resultado é o efeito da estrutura de produção, responsável pela densidade de estocagem dos reprodutores. De acordo com Bhujel (2000), mesmo que os tanques e viveiros sejam eficientes em termos de produção de alevinos por unidade de área utilizada, as hapas em viveiros são mais baratas, mais convenientes de administrar e podem acomodar um grande número de reprodutores, aumentando a produtividade deste sistema de reprodução. A reprodução de tilápia do Nilo em hapas possui inúmeras vantagens, como facilidade na coleta de ovos e pós-larvas e maior controle do ciclo reprodutivo (MOURA et al., 2011), além de implicar em uma menor necessidade de área alagada cultivável tornando-se interessante do ponto de vista ambiental, com menor emprego dos recursos hídricos para obtenção de alta produção.

A elevada produtividade de alevinos em hapas (Sistemas III e IV) também pode ser explicada pelo efeito do menor peso de fêmeas (250 g) observado para esta estrutura (Tabela 4). De acordo com Komolafe e Arawomo (2007), a fecundidade e número total de ovos produzidos por desova são influenciados em maior importância pelo tamanho da fêmea, seguido pela idade.

Moura et al. (2011) encontraram uma relação inversamente proporcional entre o peso das fêmeas e a fecundidade relativa dos ovos, porcentagem de eclosão e o número de pós-larvas sobreviventes, com as melhores produtividades resultantes das fêmeas de menor peso, entre 200 e 400 g. Segundo Bhujel (2000), na produção comercial de alevinos de tilápia do

Nilo, reprodutores com peso médio variando entre 150 e 250 g são os preferidos. Portanto, a seleção adequada de reprodutores é um fator importante no sucesso da larvicultura (COWARD et al., 2002).

Conforme Moura et al. (2011), as fêmeas de tilápia devem ser substituídas após superarem os 300 g, pois a utilização de peixes menores facilita o manejo, demanda menor espaço físico e mão-de-obra, mantém a produtividade de alevinos com um número reduzido de reprodutores, melhora a frequência e sincronia de desovas, reduz os custos com ração, diminui a mortalidade por disputa de espaço, e retarda a redução da qualidade de água pela menor demanda de oxigênio.

A coleta de cardumes de pós-larvas (Sistema III) e a coleta de ovos da boca das fêmeas (Sistema IV) nas hapas com incubação no laboratório apresentaram tendências temporais distintas ($F_{(1, 71)} = 8,24$; $p=0,005$) para produtividade. Na coleta de ovos a produtividade foi alta no início, decaindo ao longo do período reprodutivo, enquanto que para a coleta de cardumes o comportamento foi inverso, ou seja, baixo no início, aumentando até o final do período (Figura 6A).

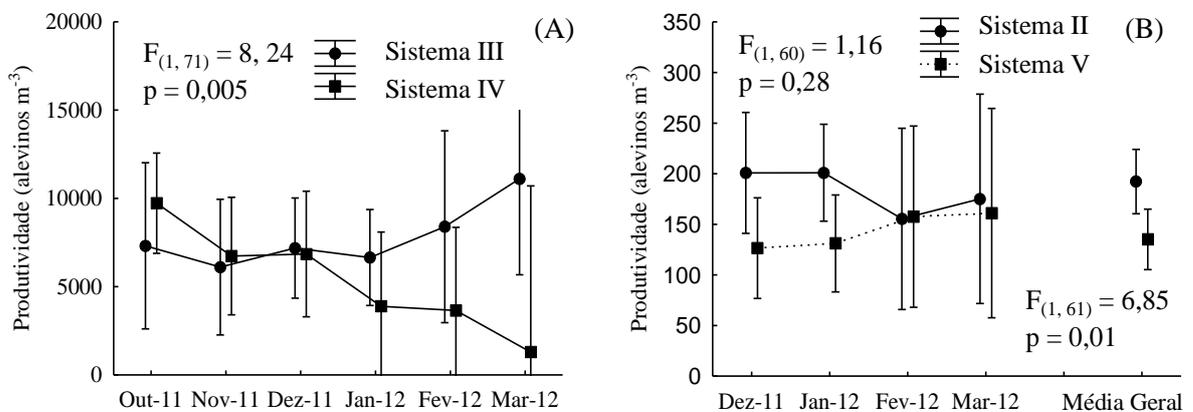


Figura 6. Valores médios ($p < 0,05$) de produtividade (alevins m⁻³) na coleta de ovos da boca das fêmeas (Sistema IV) e na coleta de cardumes de pós-larvas (Sistema III) em hapas (A); da produtividade nos viveiros com paredes revestidas em alvenaria (Sistema II) e viveiros sem revestimento em alvenaria (Sistema V), com média geral para todo período (B).

A influência da tendência temporal, descrita na Figura 6A, mostra que houve maior produtividade da coleta de ovos na boca das fêmeas no início da safra, enquanto que, no final desta, a produtividade foi favorecida pela coleta de cardumes de pós-larvas nas hapas de

reprodução. Estas variações no número de pós-larvas produzidas pode ser atribuída a diversos fatores, como, a estratégia de reprodução empregada, temperatura da água, interações sexuais, estado nutricional dos reprodutores, estresse pelo manejo e agitação das fêmeas com consequente liberação dos ovos, que acabaram deixando de ser coletados e incubados (KUBITZA, 2011). Alguns fatores do sistema de incubação artificial utilizado como, densidade de estocagem, vazão de água, ovos não fertilizados, mortalidade causada pela manipulação (CALADO et al., 2008) e a interferência de organismos externos como bactérias e fungos (CELADA et al., 2004) também podem ter influenciado as tendências temporais descritas na Figura 6A.

A coleta de cardumes de pós-larvas nos Sistemas *II* e *V* não apresentaram tendências temporais distintas para produtividade ($p = 0,28$), porém, quando comparada a produtividade média dos valores obtidos de dezembro de 2011 a março de 2012, o Sistema *II* (média de 192 alevinos m^{-3}) teve média superior ($p = 0,01$) ao Sistema *V* (média de 135 alevinos m^{-3} ; Figura 6B). Este resultado pode ser atribuído à relação fêmea:macho das estruturas utilizadas na propriedade com 3:1 no Sistema *V* e 2:1 no Sistema *II* (Tabela 5), corroborando com o encontrado por Salama (1996) em que a proporção entre os sexos de fêmea:macho de 2:1 foi melhor (3.740) que a proporção de 3:1 (3.020), em termos de produção de pós-larvas por kg de fêmea em 124 dias de produção.

A relação inversa entre a densidade populacional de fêmeas e a porcentagem de desova (Figura 6B) foi encontrada na produção de híbridos de *Oreochromis niloticus* e *O. hornorum* (LOVSHIN, 1982), provavelmente devido a fatores comportamentais. Bhujel (2000) observou que a densidade elevada inibe a reprodução uma vez que, menos fêmeas podem ter a oportunidade de reprodução com o mesmo macho.

Além disso, a influência da melhor eficiência de coleta de cardumes, proporcionada pela superfície lateral retilínea padronizada dos viveiros no Sistema *II*, com paredes revestidas de alvenaria pode ter contribuído para a maior produtividade (Figura 6B). A superfície lateral curvilínea dos viveiros no Sistema *V* deve ter dificultado a coleta de pós-larvas tornando-a incompleta, o que segundo Bhujel (2000), ocasiona perdas de produção.

De acordo com Moura et al. (2011), as grandes variações na fecundidade ocorrem dentro de uma mesma espécie, dependendo das condições de cultivo, como, por exemplo, a qualidade de água. Os viveiros utilizados nos Sistemas *II* e *V* apresentavam distintas características, como a densidade populacional de reprodutores, o formato e a profundidade (Tabela 4), que podem ter influenciado os parâmetros de qualidade da água, e

consequentemente, a produtividade de pós-larvas entre os dois sistemas avaliados (Figura 6B).

Não foi possível realizar a análise de variância para a comparação da produtividade obtida em função do número de funcionários nos Sistemas *I* e *II*, pois estas apresentavam apenas um funcionário responsável pela produção (Figura 7). A análise de variância demonstrou que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na produtividade de 2 ou 3 funcionários responsáveis pelos Sistemas *III* e *V*.

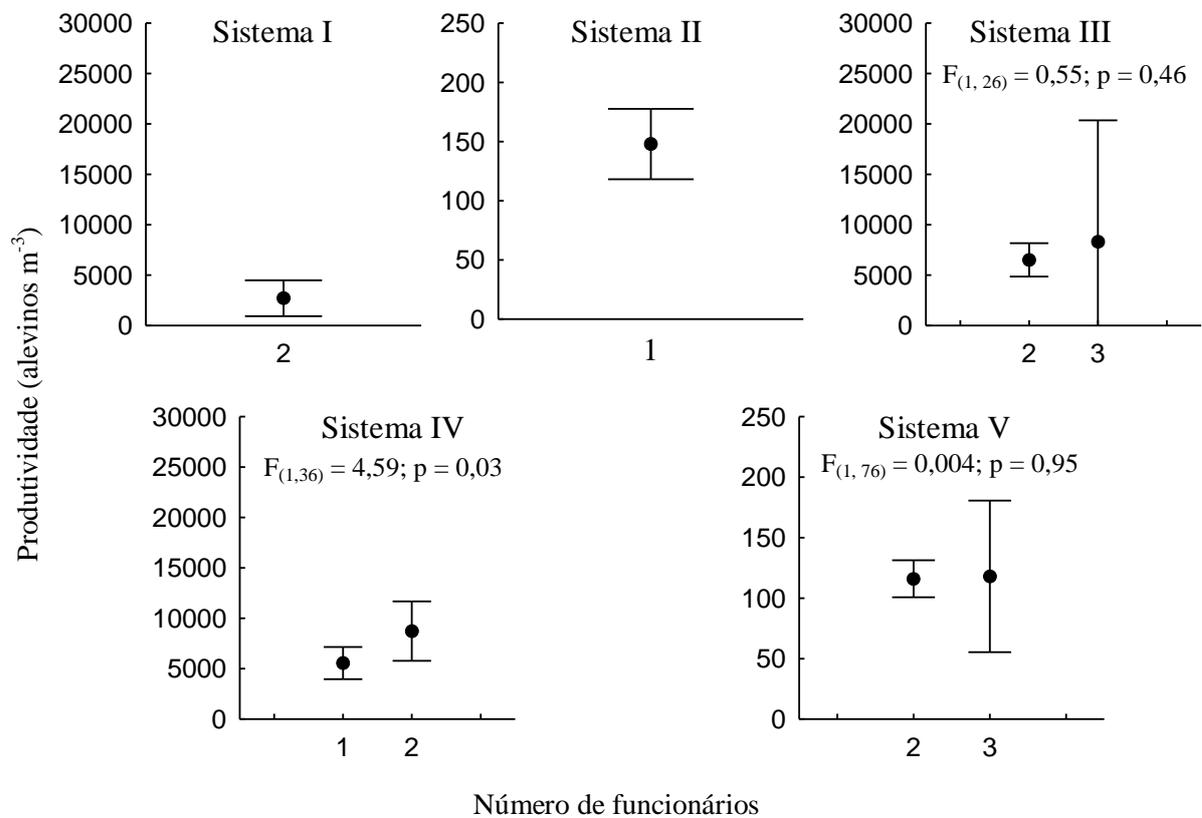


Figura 7. Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade (alevinos m⁻³), obtida nos Sistemas *I*, *II*, *III*, *IV* e *V*, em função do número de funcionários responsáveis pela produção durante a safra 2011/2012.

Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) apenas nas médias de produtividade do Sistema *IV* (Figura 7). Quando duas pessoas foram responsáveis pela coleta de ovos na boca das fêmeas e incubação em laboratório a produtividade foi superior àquela obtida com apenas um responsável.

No âmbito econômico, a utilização de dois funcionários (Figura 7) gera um custo dobrado em mão-de-obra, entretanto, a produtividade média de um funcionário (5.500

alevins m^{-3}) nos Sistema IV, representou aproximadamente 56,7 % do total produzido por 2 funcionários (9.700 alevins m^{-3}). Deste modo, o emprego de dois funcionários na coleta de ovos em hapas de reprodução torna-se recomendável, uma vez que, praticamente duplica a produtividade por área nestas condições de cultivo.

A presença do funcionário B demonstrou diferença significativa ($p=0,04$) na produtividade de alevins do Sistema IV, enquanto, a presença do funcionário A no Sistema IV e dos funcionários C, D, E e F no Sistema V não influenciou ($p>0,05$) a produtividade (Figura 8).

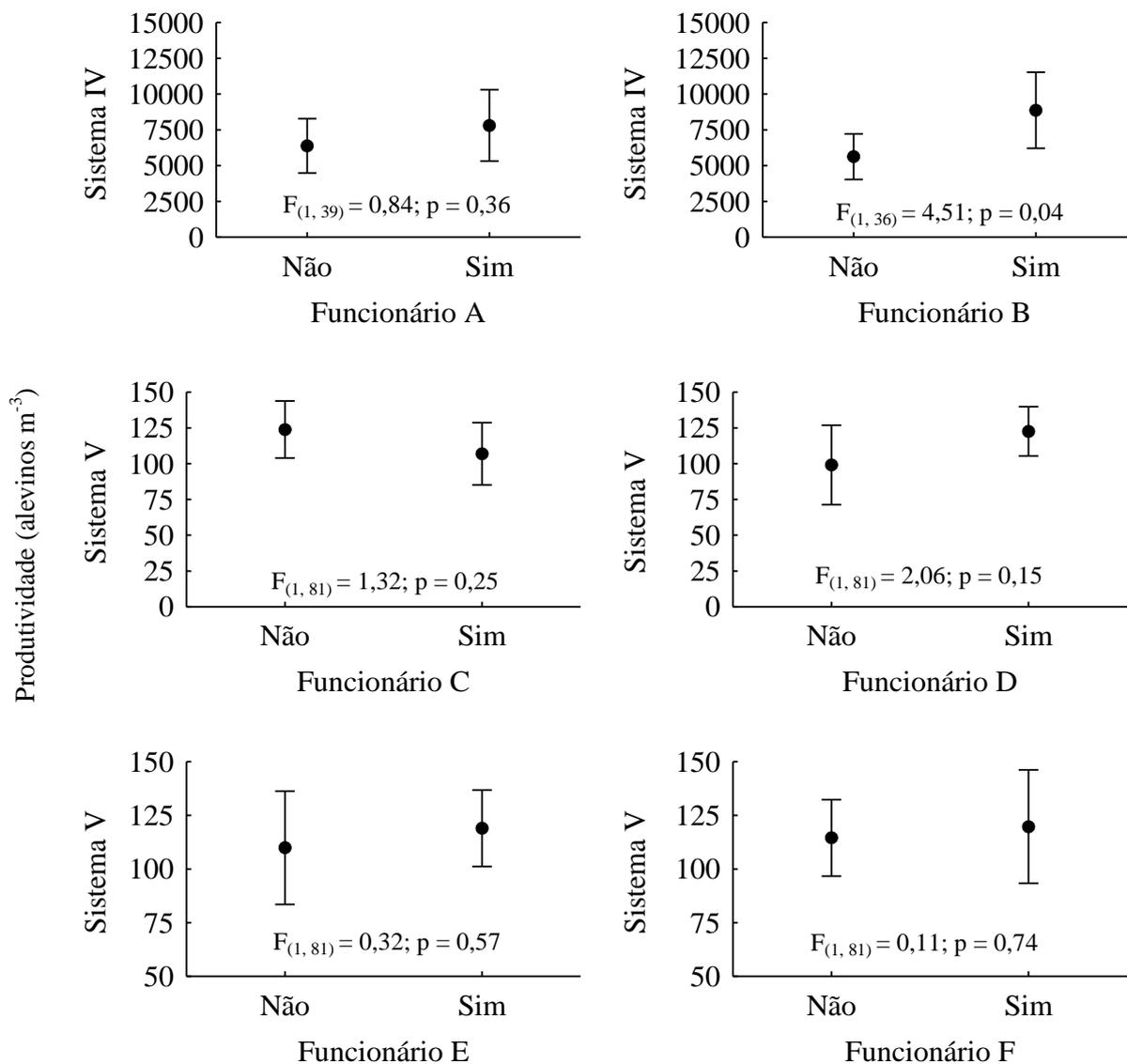


Figura 8. Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade (alevins m^{-3}) obtida nos Sistemas IV e V em função da presença (Sim) ou ausência (Não) de cada funcionário (A, B, C, D, E e F) responsável pela produção

A maior produtividade proporcionada pela presença do funcionário *B* mostra que produção de alevinos da piscicultura pode ser melhorada em função de mão-de-obra dos funcionários (Figura 8). O desempenho produtivo pode ser ainda mais otimizado se a produtividade por área do sistema for mais elevada, como ocorreu no presente estudo. O retorno financeiro do funcionário *B* seria mais significativo no Sistema *IV*, quando comparado ao mesmo desempenho nos viveiros em função da produtividade por área, que é aproximadamente 98% maior.

De acordo com Kubitzka (2011), as falhas nas boas práticas de manejo dos reprodutores prejudicam a produção e a qualidade das pós-larvas e alevinos e amplificam em muito o custo de produção. A otimização da produtividade proporcionada pela soma de um segundo funcionário remete à importância de se evitar a ociosidade da mão-de-obra na piscicultura. Avaliar a capacidade e eficiência produtiva dos funcionários requer atenção máxima do empreendedor, afinal, muitos fatores como densidade de estocagem, estado nutricional dos reprodutores, vazão de água, ovos não fertilizados e até mesmo a manipulação da mão-de-obra podem interferir na sobrevivência das pós-larvas em um sistema de incubação artificial (CALADO et al., 2008).

A produtividade de ovos, expressa em gramas de ovos por quilograma de fêmea, foi diferente ($p < 0,05$) entre as famílias avaliadas (Figura 9A).

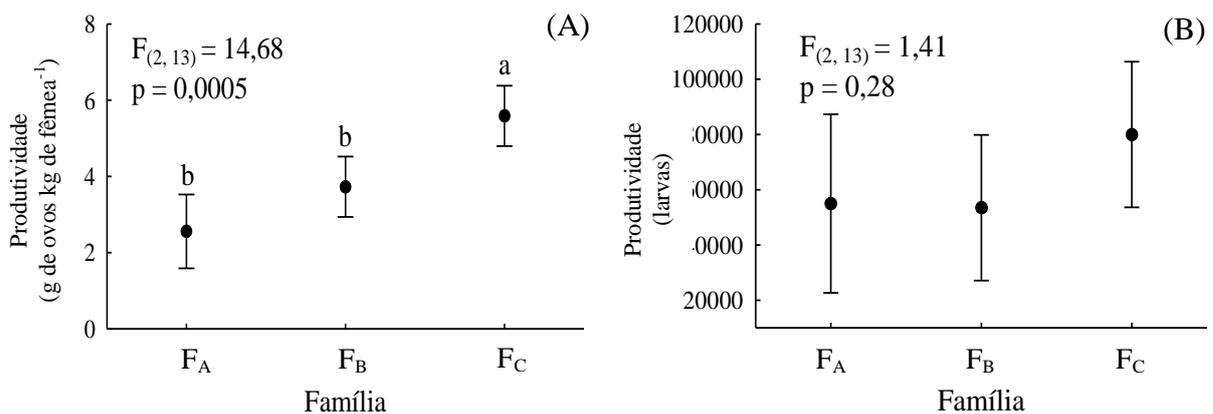


Figura 9. Valores médios com intervalo de confiança de 95% para a produtividade de ovos, em g de ovos kg de fêmea⁻¹ (A) e quantidade de larvas (B) produzidas pela reprodução das famílias F_A , F_B e F_C durante os meses de outubro de 2011 a março de 2012, no Sistema *IV*.

O valor médio de produtividade de ovos foi maior ($p=0,0005$) para reprodutores da família F_C . Entretanto, não houve diferença ($p=0,28$) na produtividade de larvas entre as três famílias analisadas (Figura 9B), demonstrando que mesmo apresentando maior quantidade de ovos, a taxa de eclosão destes não foi apropriada para refletir na maior produtividade de alevinos desta família. Possivelmente, este resultado pode ter sido influenciado pela densidade de incubação dos ovos, entretanto, de acordo com Calado et al. (2008), existe também a possibilidade de que parte dos ovos não estivessem fertilizados ou viessem a morrer em função da manipulação. Segundo Lovshin (2000), soma-se a esses fatores, a variação da taxa de eclosão em função da linhagem genética utilizada.

O tempo para o início da eclosão dos ovos foi menor ($p<0,0001$) para os reprodutores da família F_A , ficando entre 1,5 a 2 dias (Figura 10A), enquanto que, o tempo total de eclosão desta família, de aproximadamente três dias, foi maior ($p=0,0005$), em relação à família F_C (Figura 10B), com aproximadamente dois dias.

Neste sentido, a reprodução da família F_A se tornaria mais desejável por proporcionar o menor período de tempo total para a obtenção de pós-larvas, a partir da coleta de ovos na boca das fêmeas até a eclosão total, chegando a aproximadamente 5 dias, enquanto o tempo das famílias F_B e F_C ficaria em torno de 8 e 7 dias, respectivamente.

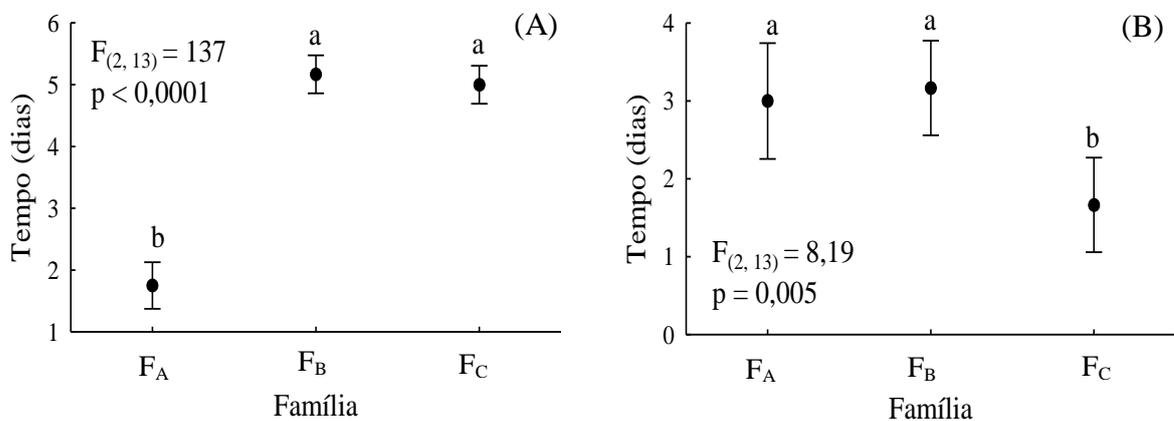


Figura 10. Valores médios com intervalo de confiança de 95% para o tempo (dias) até o início da eclosão dos ovos (A) e tempo (dias) para a eclosão de todos os ovos da incubadora (B) produzidas pela reprodução das famílias F_A , F_B e F_C durante os meses de outubro de 2011 a março de 2012, no Sistema IV.

Segundo Sipaúba-Tavares (1994), a qualidade de água é um dos fatores mais importantes no processo de incubação de ovos e larvicultura. Fatores físicos, químicos,

biológicos e mecânicos precisam estar em perfeita harmonia com as exigências das espécies, garantindo o sucesso da incubação e larvicultura. A temperatura da água influencia no tempo para eclosão dos ovos (MACINTOSH; LITTLE, 1995), entretanto, neste trabalho, todas as incubadoras eram abastecidas com a mesma fonte de água, com temperatura entre 28 e 29°C, não sendo este um dos fatores que influenciou nos resultados.

Possivelmente, houve efeito do período de incubação dos ovos na boca das fêmeas da família F_A antes da coleta e incubação no laboratório, fazendo com que o período de tempo total fosse subestimado. Afonso et al. (1993) citam que, embora seja prática comum nos laboratórios remover os ovos da boca da fêmea dois a três dias após a desova, a incubação pode iniciar em períodos anteriores, o que não ocasionaria problemas no processo de incubação.

A adoção e difusão de pesquisas desenvolvidas que avaliem práticas eficazes e simplificadas de reprodução de tilápias, com ostentação na utilização de estruturas de reprodução mais produtivas e na utilização da mão-de-obra empregada, podem contribuir para a sustentabilidade da cadeia produtiva da tilapicultura, por sua influência nos índices reprodutivos e reflexo no aumento da rentabilidade e lucratividade do sistema de produção.

3.4 Conclusões

A produtividade de alevinos de tilápia do Nilo por área é maior quando as hapas são utilizadas no sistema de reprodução, independente da estratégia de coleta adotada. A produção de alevinos é influenciada pela mão-de-obra dos funcionários, entretanto, não é observado efeito das famílias de reprodutores utilizadas em escala comercial na piscicultura Sgarbi, Palotina, Paraná, Brasil.

3.5 Referências

- AFONSO, L.O.B; GUDDE, D.H.; LEBOUTE, E.M. et al. Método para a incubação artificial de ovos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.3, p.502-505, 1993.
- 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**, Amsterdam, v.181, n.1, p.37-59, 2000.

- BHUJEL, R.C.; TURNER, W.A.; YAKUPITIYAGE, A.; et al. Impacts of environmental manipulation on the reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Aquaculture in the Tropics**, Calcutta, v.16, n.3, p.197-209, 2001.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M. et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1391-1399, 2009.
- BRASIL. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura - 2010**. Brasília: MPA, 2012. 129 p.
- CALADO, L.L.; YASUI, G.S.; RIBEIRO FILHO, O.P. et al. Densidades de incubação de ovos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema alternativo. **Ciência Animal**, Fortaleza, v.18, n.2, p.75-80, 2008.
- CARVALHO, E.D.; CAMARGO, A.L.S.; ZANATTA, A.S. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo em tanques-rede numa represa pública: modelo empírico de classificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, p.1616-1622, 2010.
- 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**, Amsterdam, v.239, n.1-4, p.249-259, 2004.
- COWARD, K.; BROMAGE, N.R.; HIBBITT, O. et al. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v.12, n.1, p.33-58, 2002.
- 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, 2000.
- EL-SAYED, A.F.M. Reproduction and seed production. In: EL-SAYED, A.F.M. (Ed.) **Tilapia Culture**, London: CABI Publishing, 2006. p.70-94
- KOMOLAFE, O.O.; ARAWOMO, G.A.O. Reproductive strategy of *Oreochromis niloticus* (Pisces: *Cichlidae*) in Opa reservoir, Ile-Ife, Nigeria. **Revista de Biología Tropical**, San José, v.55, n.2, p.595-602, 2007.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2 ed. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. 316p.
- MACINTOSH, D.J.; LITTLE, D.C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS R.J. (Ed.) **Broodstock Management and Egg and Larval Quality**, 1 ed. Cambridge: Blackwell Scientific Ltd., 1995. p.277-320.
- SIMEPAR. **Instituto tecnológico SIMEPAR**. Disponível em: <<http://www.simepar.br/>>. Acesso em: 08/08/2012.

- TACHIBANA, L.; LEONARDO, A.F.G.; CORRÊA, C.F. et al. Densidade de estocagem de pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v.34, n.4, p.483-488, 2008.
- LOVSHIN, L.L. Tilapia hybridization. In: THE BIOLOGY AND CULTURE OF TILAPIAS, ICLARM CONFERENCE 7., 1982, Manila, **Anais...** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982. p. 279.
- MOURA, P.S. MOREIRA, R.L.; TEIXEIRA, E.G. et al. Desenvolvimento larval e influência do peso das fêmeas na fecundidade da tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.3, p.531-537, 2011.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.
- TAHOUN, A.M. et al. Effects of age and stocking density on spawning performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) broodstock reared in hapas. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 8., 2008, Tel Aviv. **Anais...** Tel Aviv: Tel Aviv University, 2008. p.329.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do crescimento contínuo do cultivo de tilápia e do crescimento incessante da demanda por este pescado, o estudo sobre as metodologias utilizadas é de fundamental importância para o bom funcionamento dos empreendimentos aquícolas. Esta pesquisa propôs avaliar um conjunto de elementos e fatores que influenciam a produtividade de alevinos de tilápia do Nilo em diferentes sistemas de reprodução com a finalidade de determinar a metodologia ideal a ser empregada, proporcionando avanços científicos e tecnológicos para a tilapicultura.

Os resultados encontrados neste estudo mostram que a produtividade de alevinos de tilápia do Nilo por área é influenciada pela estrutura de reprodução, pela estratégia de coleta de pós-larvas adotada e pela mão-de-obra empregada. Neste sentido, a difusão de pesquisas sobre a avaliação dos sistemas de reprodução utilizados e das práticas de reprodução de tilápias quanto aos índices produtivos pode influenciar no sucesso da atividade aquícola.

É necessária a realização de novos estudos que reforcem o observado neste trabalho em relação ao aumento da produtividade nas etapas iniciais de cultivo no que tange à produção de ovos, larvas, alevinos e juvenis, atendendo em quantidade e qualidade as etapas subsequentes de cultivo para as diversas linhagens de tilápias disponíveis no mercado, nas mesmas condições e/ou nos mais diferentes ambientes e regiões. Atenta-se para a necessidade da realização destes estudos que são essenciais no desenvolvimento mundial da tilapicultura, contribuindo para a sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado como um todo, e refletindo no aumento da rentabilidade e da lucratividade da atividade.