

## SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DE TILÁPIA DO NILO

Nilton Garcia Marengoni<sup>1\*</sup>; Monique Bayer Wild<sup>2</sup>

SAP 9274      Data envio: 11/02/2014      Data do aceite: 15/05/2014  
Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471  
Marechal Cândido Rondon, v. 13, n. 4, out./dez., p. 265-276, 2014

**RESUMO** - Os sistemas de reprodução são classificados de acordo com a estrutura e a estratégia de coleta de pós-larvas utilizadas durante a reprodução de tilápias. A obtenção de pós-larvas e alevinos na reprodução de tilápia pode ocorrer em viveiros, tanques e hapas, por meio da coleta contínua de pós-larvas em viveiros, coleta total de pós-larvas em hapas, viveiros e tanques, ou da coleta direta dos ovos nas bocas das fêmeas e incubação artificial. Diante do crescimento contínuo do cultivo de tilápia e a incessante demanda por alevinos, o estudo sobre as metodologias e os manejos reprodutivos utilizados é fundamental para o bom funcionamento dos empreendimentos aquícolas. Este artigo de revisão objetiva 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, destacando os avanços científicos e tecnológicos para a tilapicultura.

**Palavras-chave:** *Oreochromis niloticus*, hapas, viveiros, estratégia de coleta, incubação artificial.

### *Production systems of post-larvae of Nile tilapia*

**ABSTRACT** - The breeding systems are classified according to the structure and strategy of collecting post-larvae used during the tilapias reproduction. The obtaining post-larvae and fingerlings of tilapia in reproduction may occur in ponds, tanks and hapas through the continuous collection of post-larvae in ponds, total collection of post-larvae in hapas, ponds and tanks, or direct collection eggs in the mouths of females and artificial incubation. The study on methodologies and reproductive managements used is critical to the proper functioning of aquaculture ventures, given the continued growth of tilapia fingerlings and the incessant demand for fingerlings. This review article aims to evaluate a set of elements and factors that influence the productivity of Nile tilapia fingerlings in different reproduction systems in order to determine the optimal methodology to be employed, highlighting the scientific and technological advances for the tilapia breeding.

**Key words:** *Oreochromis niloticus*, hapas, ponds, collection strategy, artificial incubation.

<sup>1</sup> Zootecnista, *PhD in Fisheries Sciences*, Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon/PR. E-mail: [nmarengoni@hotmail.com](mailto:nmarengoni@hotmail.com). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup> Zootecnista, Mestra em Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon/PR

## 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.

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, 2008).

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 aperfeiçoar 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, 2000), 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.

Esta revisão bibliográfica objetiva 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.

## SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DE TILÁPIA DO NILO

### 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 & 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). Entretanto, para o atendimento de elevadas taxas de crescimento da tilapicultura torna-se necessário o fornecimento contínuo de ovos, pós-larvas e alevinos em quantidade e qualidade (BHUJEL et al., 2001), proporcionando as boas práticas de reprodução da espécie (MOURA et al., 2011).

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 polo produtor da piscicultura brasileira, chegando à quantidade de 16.500 toneladas de tilápia produzida em viveiros (KUBITZA et al., 2012). 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 do Congo (*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.

### Tilápia do Nilo

A amplitude de qualidades da tilápia faz da *Oreochromis niloticus* uma das mais adequadas para o cultivo, desde regimes extensivos aos superintensivos, e isso se verifica pelo exigente mercado nacional e internacional em ascensão. 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).

Desenvolveu-se 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.

### 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 GIFT tem sua origem 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).

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 (WORLD FISH CENTER, 2004). Ponzoni et al. (2011) e Machado (2012) observaram a evidência da interação genótipo-ambiente nas 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).

### Índices reprodutivos

A fecundidade das tilápias, 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).

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, a densidade populacional de reprodutores, o formato e a profundidade dos viveiros. Soma-se a esses fatores, a variação da taxa de eclosão em função da linhagem genética utilizada.

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 dos reprodutores 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.

A relação inversa entre a densidade populacional de fêmeas e a porcentagem de desova (WILD, 2013) foi também encontrada na produção de híbridos de *Oreochromis niloticus* e *O. hornorum* (LOVSHIN, 1982), provavelmente devido aos fatores comportamentais. Bhujel (2000) observou que a densidade elevada inibe a reprodução uma vez que, um menor número de fêmeas podem ter a oportunidade de reprodução com o mesmo macho.

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 (TAHOUN,

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.

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).

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

Linhagem	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 et al. (2011)
Bouaké, Chitralada, GIFT e Supreme	Produção e alevinos	Brasil	Massago (2007)
Chitralada	Produção e tempo de criação	Brasil	Godoy (2006)
Chitralada	Prolificidade	Brasil	Santos et al. (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	Brasil	Bombardelli et al. (2009)
Tai - Chitralada	Reprodução	Tailândia	Tsadik e Bart (2007) Bart et al. (2013)
GIFT	Reprodução e produção de ovos	-	Ridha (2010)
Tai - Chitralada	Intervalo entre desovas e qualidade dos ovos	-	Getinet (2008)
GIFT e Saint Peter <sup>®</sup>	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)
GIFT	Reprodução, larvicultura e alevinagem	Brasil	Wild (2013)

De acordo com Kubitz (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. 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).

### Sistemas de reprodução, larvicultura e alevinagem de tilápia

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; HULATA, 2000; TSADIK; BART, 2007; WILD, 2013).

### Estruturas de reprodução

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

Tanques com ninhos artificiais (Figura 1A), hapas instaladas em viveiros sem revestimento em alvenaria (Figura 1B), viveiros com paredes revestidas em alvenaria (Figura 1C) e viveiros sem revestimento em alvenaria (Figura 1D) são alguns exemplos utilizados para a reprodução de tilápia na Piscicultura Sgarbi, localizada no

Sistemas de produção de pós-larvas de tilápia do Nilo...

MARENGONI, N.G. & WILD, M.B. (2014)

município de Palotina-PR, Brasil (24°17'2" S e 53°50'24" W).

### Viveiros de reprodução

A desova em viveiros (Figura 1D) 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.

**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	Ridha e Cruz (1989) Getinet (2008)
<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>	Proporção sexual	Akar (2012)
<i>O. niloticus</i> x <i>O. aureus</i>	Idade, densidade de estocagem e proporção sexual entre os reprodutores	Siddiqui e Al-Harbi (1997)

**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)
Dureza e salinidade	Incubação, larvas e pós-larvas sobreviventes	Bart et al. (2013)
Temperatura, salinidade e pH	Fertilização e eclosão	Hui et al. (2014)
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	Tsadic e Bart (2007)

As principais limitações 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 devido à superlotação de alevinos e juvenis (LITTLE;

HULATA, 2000). 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

Sistemas de produção de pós-larvas de tilápia do Nilo...

MARENGONI, N.G. & WILD, M.B. (2014)

entrada de aves, morcegos, e outros predadores, com telas protetoras dos viveiros (KUBITZA, 2009).

### Tanques de reprodução

Os tanques de alvenaria (Figura 1C) estão entre as unidades mais utilizadas para a reprodução larvicultura e alevinagem 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 eficientes em termos de produção de alevinos por unidade de área utilizada, enquanto a sua principal desvantagem é o custo mais elevado. 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 (EL-SAYED, 2006).

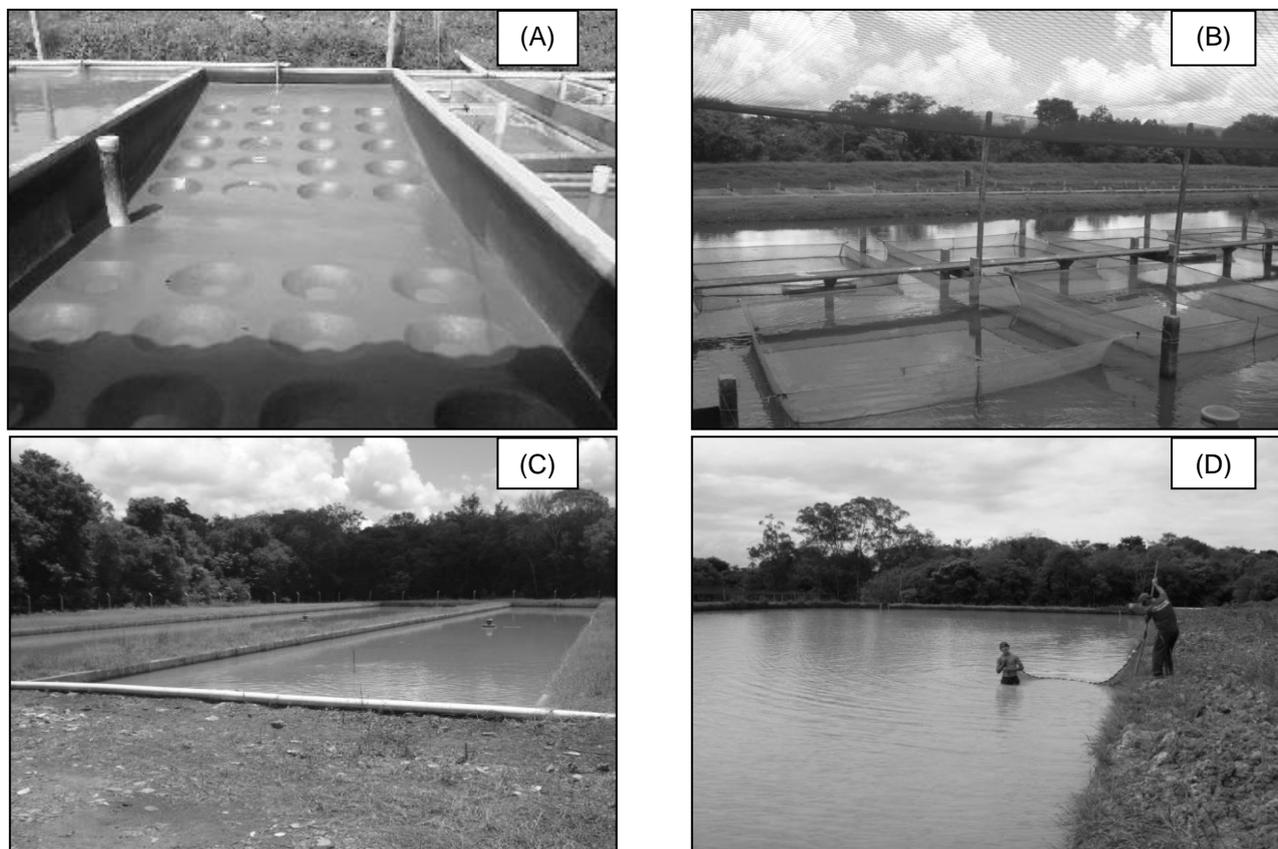


FIGURA 1 - Estruturas de reprodução da Piscicultura Sgarbi durante a safra 2011/2012.

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 m<sup>2</sup>, contendo abrigos artificiais em relação que não continham, sugerindo que os abrigos artificiais estimulam a sincronia da atividade reprodutiva dos peixes.

### Hapas de reprodução

As hapas (Figura 1B) apresentam muitos atributos que as tornam excelentes estruturas de reprodução 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 econômicas, mais convenientes de administrar e podem acomodar um grande número de reprodutores em grandes estruturas, que proporcionam ambientes estáveis para os reprodutores, contribuindo para maior produtividade (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).

Wild (2013) comparando 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 verificou que a maior produtividade por área foi, portanto, encontrada na utilização de hapas para a reprodução das tilápias. Um dos fatores que pode ter proporcionado este resultado é o efeito da estrutura de produção, responsável pela densidade de estocagem dos reprodutores. 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 também pode ser explicada pelo efeito do menor peso de fêmeas (250 g) observado para esta estrutura (WILD, 2013). 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.

### **Estratégias de coleta de pós-larvas de tilápia**

A obtenção de pós-larvas pode ocorrer utilizando a coleta de cardumes de larvas nas estruturas onde estão estocados os reprodutores (Figura 2A) ou a coleta direta dos ovos nas bocas das fêmeas (Figura 2B) em reprodução (KUBITZA, 2011).

As estratégias de coleta parcial e contínua de cardumes de pós-larvas (Figura 2A), e coleta de ovos por

lavagem bucal (Figura 2B) das fêmeas e transferência para o laboratório de incubação artificial (Figura 3).

### **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 larval, 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 menor 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, predação dos reprodutores por aves e roubos, entre outros prejuízos.

### **Coleta de ovos diretamente da boca das fêmeas**

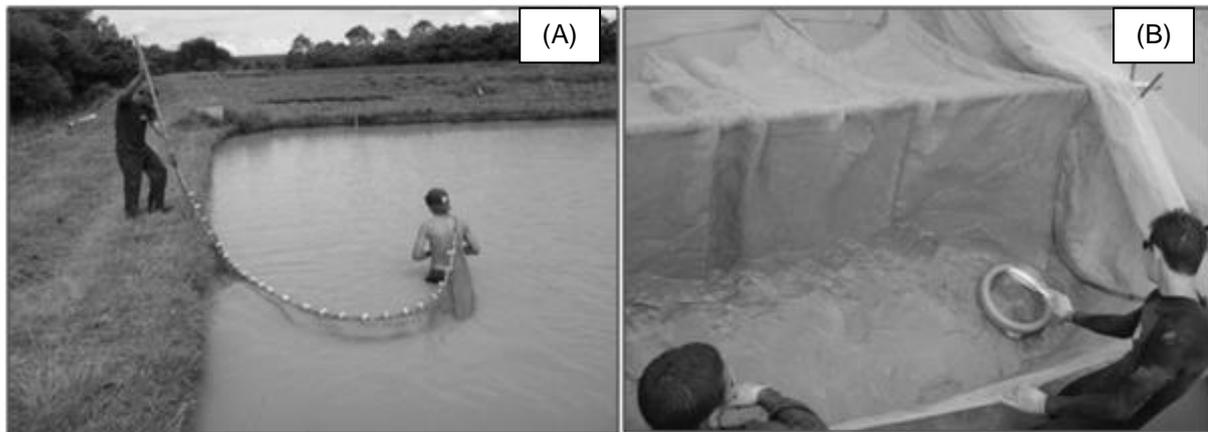
Nos sistemas de cultivo, os ovos são coletados diretamente da boca das fêmeas, produzidas em hapas e tanques, e incubados artificialmente (MACINTOSH;

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, este 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).

As desvantagens da coleta de ovos e incubação em laboratório, de acordo com Kubitza (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.



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



**FIGURA 3** - Incubadoras utilizadas no laboratório da Piscicultura Sgarbi, durante a safra 2011/2012.

A tendência temporal com maior produtividade da coleta de ovos na boca das fêmeas foi observada no início da safra, enquanto que, no final desta, a produtividade foi favorecida pela coleta de cardumes de pós-larvas nas hapas de reprodução (WILD, 2013). 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.

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/PR (WILD, 2013).

### Incubação artificial

Em ambientes de cultivo, na maioria dos casos, os ovos de tilápias do gênero *Oreochromis* e *Sarotherodon* são incubados artificialmente, em aparatos específicos para ovos em alta densidade (Figura 3), 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 e (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<sup>-1</sup>).

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.

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).

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.

O aumento do conhecimento dos fatores que regulam a produtividade dos sistemas de produção de pós-larvas e alevinos é importante 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).

As pós-larvas obtidas pela eclosão dos ovos no laboratório e pela coleta de cardumes nas estruturas de reprodução são contabilizadas e transferidas para hapas, onde recebem ração com hormônio 17- $\alpha$ -metiltestosterona por aproximadamente 21-28 dias. Os alevinos pós-revertidos sexualmente são transferidos para estocagem até a comercialização.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 artigo 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 ou nos mais diferentes ambientes e regiões.

A realização 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.

## AGRADECIMENTOS

À Ma. Luciana Maria Curty Machado e ao Sr. Ari Sgarbi, pela concessão de informações e imagens da Piscicultura Sgarbi, Palotina, Paraná, Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FONSO, L.O.B.; GUDDE, D.H.; LEBOUË, E.M.; SOUZA, S.M.G. 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.
- AKAR, A.M. Effect of sex ratio on reproductive performance of broodstock Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in suspended earthen pond hapas. **Journal of the Arabian Aquaculture Society**, Alexandria, v.7, n.1, p.19-28, 2012.
- 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.
- BAROILLER, J.F.; DESPREZ, D.; CARTERET, Y.; TACON, P.; HOAREAU, M.C.; MÉLARD, C.; JALABERT, B. 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: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 4., 1997, Ithaca, **Anais...** Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1997. p.238-252.
- BART, A.N.; PRASAD, B.; THAKUR, D.P. Effects of incubation water hardness and salinity on egg hatch and fry survival of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, Oxford, v.44, n.7, p.1085-10928, 2013.
- 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.; LITTLE, D.C. 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. SANCHES, E.A.; PIANA, P.A. 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.; 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**, Fortaleza, v.18, n.2, p.75-80, 2008.
- CAMPOS-MENDOZA, A.; MCANDREW, B.J.; COWARD, K.; BROMAGE, N. 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.
- 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. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v.10, n.1, p.1-25, 2000.
- COWARD, K.; BROMAGE, N.R.; HIBBITT, O.; PARRINGTON, J. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v.12, n.1, p.33-58, 2002.
- 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 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.; 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.; MUDAR, M. Effects of water flow rates on growth and survival of Nile tilapia fry. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.36, n.1, p.5-6, 2005b.
- 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.; 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.
- FARUK, M.A.R.; MAUSUMI, M.I.; ANKA, I.Z.; HASAN, M.M. Effects of temperature on the egg production and growth of monosex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fry. **Bangladesh Research Publications Journal**, Mymensingh, 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.; ANDREO, N.; BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C.; SAAD, R.M.; MARTINI, G.F.A. Caracterização e diferenciação morfológica de duas linhagens de tilápia do Nilo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2011. (CD-ROM).
- 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.; LOPERA BARRERO, N.M.; 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**, 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, 2006.
- 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.; EDI, A.M.S.; MAGOUZ, F.I.; TAHOUN, A.M. 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.
- HUI, W.; XIAOWEN, Z.; HAIZHEN, W.; JUN, Q.; PAO, X.; RUIWEI, L. Joint effect of temperature, salinity and pH on the percentage fertilization and hatching of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, Oxford, v.45, n.2, p.259-269, 2014.
- IBRAHIM, M.A.; HAMMOUDA, Y.A.F.; ZAKI EL-DIN, M.M.A.; EDI, A.M.S.; MAGOUZ, F.I.; TAHOUN, A.M. 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.
- KOMOLAFE, O.O.; ARAWOMO, G.A.O. Reproductive strategy of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) in Opa reservoir, Ile-Ife, Nigeria. **Revista de Biologia Tropical**, San José, v.55, n.2, p.595-602, 2007.
- KUBITZA, F. Produção de tilápias em tanques de terra: estratégias avançadas no manejo. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n.115, p.14-21, 2009.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2 ed. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. 316p.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; ONO, E.A.; ISTCHUK, I. Panorama da Piscicultura no Brasil: Estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.22, n.132, p.14-25, 2012.
- LEONHARDT, J.H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO, A.M. 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, 1989.
- 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.; RIBEIRO, R.P.; MANGOLIN, C.A.; LOPERA BARRERO, N.M. 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, 2012.
- 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.; OLIVEIRA, A.A.M.A. 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**. 2007. 40f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2007.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SCHAMBER, C.R.; BOMBARDELLI, R.A. 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.
- 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.
- MOURA, P.S.; MOREIRA, R.L.; TEIXEIRA, E.G.; MOREIRA, A.G.L.; LIMA, F.R.S.; FARIAS, W.R.L. 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.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. **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.; HAMZAH, A.; KAKAR, K.R.A.; YEE, H.Y. 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, 1986.
- 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.723-729, 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.; SANTOS NETO, M.A.; LOPES, J.P. 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.
- 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.
- 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.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.
- 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.
- TACHIBANA, L.; LEONARDO, A.F.G.; CORRÊA, C.F.; SAES, L.A. 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.
- TAHOUN, A.M.; IBRAHIM, M.A.R.; HAMMOUDA, Y.F.; EID, M.S.; ZAKI EL-DIN, M.M.A.; MAGOUZ, F.I. 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, Cairo **Anais...** Cairo: ATA, 2008. p.329-343.
- 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, 2007.
- 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.; VARGAS, L.; POVH, J.A. 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.
- WILD, M.B. **Produtividade de alevinos em sistemas de reprodução de tilápia do Nilo da linhagem GIFT**. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013.
- WORLD FISH CENTER. **GIFT technology manual: an aid to tilapia selective breeding**. Penang: WorldFish Center, 2004. 56p.

## Sistemas de produção de pós-larvas de tilápia do Nilo...

MARENGONI, N.G. &amp; WILD, M.B. (2014)

- YASUI, G.S.; SANTOS, L.C.; RIBEIRO FILHO, O.P.; SHIMODA, E.; ARIAS-RODRIGUEZ, L. Cultivo monosssexual 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.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Org.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. 1. ed. São Paulo: TecArt, 2004. v.1, p.239-266.