

## Reprodução e proporção sexual de tilápia vermelha, variedade *Saint Peter*, em diferentes salinidades<sup>1</sup>

Reproduction and sex ratio in red *Saint Peter* tilapia, under different salinities

Oscar Pacheco Passos Neto<sup>2\*</sup>, Nilton Garcia Marengoni<sup>3</sup>, Daniele Menezes Albuquerque<sup>4</sup>, Rossi Lelis Muniz Souza<sup>5</sup> e Masayoshi Ogawa<sup>2</sup>

**RESUMO** - Analisou-se o efeito de diferentes salinidades (0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35 e 40 ppt) no desempenho reprodutivo da tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*. Os casais de reprodutores foram selecionados, aclimatados, pesados, medidos e distribuídos em aquários de 170 L, onde permaneceram por um período de 28 dias. Constatado o acasalamento, os ovos foram coletados, contados para determinar a fecundidade absoluta e relativa e transferidos para incubadoras artificiais. Após a eclosão, as larvas foram contadas para determinar a taxa de eclosão e estocadas em tanques circulares de 1.000 L onde permaneceram até que atingissem tamanho adequado para a realização do método de esfregaço das gônadas. As salinidades foram monitoradas por refratômetro e mantidas constantes. Os parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram medidos diariamente. A fecundidade absoluta e a fecundidade relativa variaram respectivamente entre  $772,25 \pm 394,39$  e  $1.268,33 \pm 36,50$  ovos desova<sup>-1</sup> e  $5,49 \pm 3,31$  e  $7,44 \pm 3,76$  ovos g<sup>-1</sup>. Observaram-se taxas de eclosão de 56,34  $\pm$  22,86%; 25,08  $\pm$  2,07%; 42,53  $\pm$  3,93%; 33,76  $\pm$  6,65% e 11,56  $\pm$  5,23% para as salinidades 0; 5; 10; 15 e 20 ppt, respectivamente. Verificou-se a porcentagem de macho de 32,00%; 54,69%; 64,71%; 46,00% e 56,00%, respectivamente para salinidades 0; 5; 10; 15 e 20 ppt. A variedade *Saint Peter* foi capaz de realizar desova seguida de eclosão nas salinidades 0; 5; 10; 15 e 20 ppt, apenas desova em 25 ppt, não se observando desova em 30; 35 e 40 ppt.

**Palavras-chave:** Eclosão. Fecundidade. *Oreochromis* sp.. Sexagem. Tilápia (Peixe). Água-salinidade.

**ABSTRACT** - The effect of different salinities (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 ppt) was analysed on the reproductive performance of red tilapia, *Oreochromis* sp., var. Saint Peter. Couples were selected for breeding, acclimated, weighed, measured and distributed in aquariums of 170 L, where they remained for a period of 28 days. Once mating had occurred, the eggs were collected, counted to determine absolute and relative fecundity, and transferred to artificial incubators. After hatching, the larvae were counted to determine the hatch rate, and stored in circular, 1000 L tanks, where they remained until reaching a suitable size for the gonad smear method to be carried out. Salinity was monitored by refractometer and kept constant. The parameters, temperature, dissolved oxygen and pH were measured daily. Absolute and relative fecundity varied respectively between  $772.25 \pm 394.39$  and  $1268.33 \pm 36.50$  eggs spawning<sup>-1</sup>, and  $5.49 \pm 3.31$  and  $7.44 \pm 3.76$  eggs g<sup>-1</sup>. Hatch rates of 56.34  $\pm$  22.86%, 25.08  $\pm$  2.07%, 42.53  $\pm$  3.93%, 33.76  $\pm$  6.65% and 11.56  $\pm$  5.23% were seen respectively for the salinities 0, 5, 10, 15 and 20 ppt. Percentages of males of 32.00%; 54.69%; 64.71%; 46.00% and 56.00%, were found respectively for the salinities 00, 5, 10, 15 and 20 ppt. The Saint Peter variety was able to spawn, followed by hatching, at salinities of 0, 5, 10, 15 and 20 ppt. At 25 ppt, only spawning took place. No spawning was seen at 30, 35 and 40 ppt.

**Key words:** Hatching. Fecundity. *Oreochromis* sp. Sexing. Tilapia (fish). Water-salinity.

DOI: 10.5935/1806-6690.20150010

\*Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 29/01/2014; aprovado em 22/12/2014

Trabalho de Conclusão de curso do primeiro autor apresentado ao Departamento de Engenharia de Pesca/UFC

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil, Avenida Mister Hull, 2977, Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil, 60.021-970, passosneto.op@ufc.com, ogawa@ufc.br

<sup>3</sup>Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon-PR, Brasil, 85.960-000, ngmget@hotmail.com

<sup>4</sup>Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados Itahum, km 12, Dourados-MS, Brasil, 79.804-970, danielalbuquerque@ufgd.edu.br

<sup>5</sup>Sepia Tecnologia e Engenharia de Pesca Ltda., Av. Santos Dumont 2828, Fortaleza-CE, Brasil, 60.150-162, rossi@sepiatecnologia.com

## INTRODUÇÃO

O cultivo de tilápia tem se intensificado no Brasil nos últimos anos alcançando uma produção de 253.824,1 t em 2011 (BRASIL, 2013), tendo a região Nordeste como uma das maiores produtoras.

Os dados estatísticos não discriminam, entretanto, as tilápias de acordo com suas diferentes espécies e variedades, mas sabe-se que as tilápias vermelhas são bastante difundidas em cultivos comerciais em água salobra e salgada nos Estados Unidos e Caribe (SCORVO FILHO *et al.*, 2006) e que o desenvolvimento destas variedades abriu espaços em mercados onde as tilápias de coloração original não eram bem aceitas (KUBITZA, 2011). Nos últimos anos, tem havido um sensível aumento na preferência do consumidor pela tilápia vermelha, incrementando o seu valor comercial quando comparada à tilápia-do-Nilo (KUBITZA, 2011; SCORVO FILHO *et al.*, 2006).

Os híbridos vermelhos foram desenvolvidos com o objetivo de combinar diferentes características de desempenho zootécnico das principais espécies de tilápia. As características mais desejadas são: alta prolificidade e crescimento, facilidade de manuseio e despesca e tolerância ao frio e à salinidade (KUBITZA, 2011).

As tilápias toleram variações de salinidade da água com mais ou menos competência, dependendo do peso do indivíduo, do método de aclimação, da metodologia de alimentação que precede a aclimação, das condições fisiológicas, dos efeitos dos fatores ambientais e da espécie (SURESH; LIN, 1992).

As principais variedades de tilápia vermelha podem ser obtidas por meio de cruzamento entre quatro espécies principais do gênero *Oreochromis*: *O. niloticus*, *O. aureus*, *O. mossambicus* e *O. urolepis hornorum*. A tilápia vermelha da Flórida, por exemplo, é resultante do cruzamento entre um macho de *O. mossambicus* e uma fêmea de *O. urolepis hornorum* (KUBITZA, 2011). Outras variedades vermelhas são mutantes puros, como é o caso da tilápia vermelha da Tailândia, *O. niloticus*. (CAMPO, 2011).

Segundo Campo (2011), algumas variedades vermelhas são resultantes do acasalamento entre híbridos ou destes com espécimes puros. A tilápia vermelha de Israel ou ND56, mais conhecida como *Saint Peter* ou *San Pietro*, é um tetrahíbrido proveniente do cruzamento do macho híbrido (*O. niloticus* x *O. aureus*) com a fêmea híbrida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus*).

O cultivo de peixes eurialinos, como as tilápias, em águas salobras e salgadas aparece como uma importante solução para o aumento da produção nacional de pescado sem comprometer os reservatórios dulcícolas. Segundo Lopera-Barreto *et al.* (2011), o consumo *per capita* nacional

é de aproximadamente 6,5 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, cerca de metade do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), 12 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o que demonstra o potencial de crescimento do mercado consumidor brasileiro.

Existe uma grande diversidade de trabalhos relacionados ao cultivo de variedades vermelhas de tilápias (RAMÍREZ-PAREDES; GARDUÑO-LUGO; MUNÓZ-CÓRDOVA, 2012; ROMANA-EGUIA *et al.*, 2010). Porém, pesquisas sobre o desempenho reprodutivo e determinação sexual fenotípica em diferentes salinidades são escassos.

Em virtude desta problemática, este trabalho objetivou avaliar o desempenho reprodutivo e a proporção sexual de tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*, sob diferentes salinidades.

## MATERIAL E MÉTODOS

No laboratório, os casais de reprodutores foram separados por sexo e mantidos em tanques retangulares para aclimação às condições laboratoriais. Quando do início do período experimental, os indivíduos foram selecionados, aclimatados para a salinidade avaliada, pesados, medidos e distribuídos nos aquários de reprodução, onde permaneceram por um período de 28 dias. Constatado o acasalamento, os ovos foram coletados, contados, pesados e transferidos para incubadoras artificiais. Após a eclosão, as larvas foram contadas e estocadas em tanques circulares de 1.000 L onde permaneceram até que atingissem tamanho adequado para a determinação do sexo.

### Local e espécimes

Os reprodutores de tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., da variedade *Saint Peter*, foram adquiridos na empresa Umitaka Pescados e Consultoria Ltda. e adequadamente transportados em tanques de fibra de vidro de 250 L para o Laboratório de Recursos Aquáticos (LARAq), Departamento de Engenharia de Pesca (DEP) no *Campus* do Pici da Universidade Federal do Ceará (UFC). Os peixes foram separados por sexo por meio de inspeção visual, mantidos em tanques de manutenção retangulares de 2.000 L sem substrato em um sistema de recirculação de água, sob uma densidade de estocagem de 1,71 kg m<sup>-3</sup>, recebendo ração comercial com 32% de proteína bruta até que fossem submetidos ao processo de aclimação. Machos e fêmeas permaneceram separados no tanque por uma divisória de tela plástica com malha de 11 mm que permitia a livre circulação de água.

### Sistema de reprodução e de incubação

O sistema de reprodução foi dividido em blocos, cada um contendo três aquários de 170 L. Cada bloco foi

conectado a um filtro com sistema de circulação de água. Os aquários foram envoltos em lona preta, identificados e dispostos em uma bancada.

Acoplado a cada aquário foi disponibilizado um sistema de incubação constituído de uma incubadora artificial cilindro-esférica, uma bandeja de 3 L e um aquário de 20 L. Após a absorção das reservas vitelínicas as pós-larvas foram transferidas para tanques circulares de 1.000 L.

### Salinidade

Avaliou-se o desempenho reprodutivo dos peixes nas salinidades 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35 e 40 ppt com três repetições, nas quais os casais foram mantidos por um período de 28 dias.

A aclimação às salinidades experimentais foi realizada com um ajuste de 5 ppt a cada 12 horas. Durante este processo a ração foi ofertada *ad libitum* três vezes ao dia.

### Desempenho reprodutivo

Os reprodutores deste estudo foram provenientes de um mesmo lote, possuíam a mesma idade, arraçoados com o mesmo alimento e mesma frequência e estavam submetidos às mesmas condições ambientais durante os processos de crescimento e maturação, indicando que as diferenças quanto ao desempenho reprodutivo, caso houvesse, seriam consequência das diferentes salinidades avaliadas.

Para a estocagem dos reprodutores foram capturados apenas indivíduos aptos ao acasalamento: fêmeas com papila genital avermelhada e intumescida e ventre volumoso; e machos com liberação de sêmen após leve pressão abdominal.

As medições da temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram realizadas diariamente às 8 h e 16 h. As salinidades foram monitoradas por refratômetro modelo RTS-101ATC e mantiveram-se constantes nos valores desejados durante o período experimental.

Após a constatação de desova, cada fêmea foi capturada com um puçá de duas malhas, sendo a mais interna com 10 mm entre nós para retê-la e a mais externa com 1 mm para evitar a dispersão dos ovos.

A contagem dos ovos para obtenção da fecundidade absoluta (FA) foi realizada distribuindo-os sobre uma bandeja com água e sifonando-os para um béquer de 2.000 mL. Produção total de ovos para cada salinidade foi realizada somando as FA. Para determinação da fecundidade relativa (FR) dividiu-se FA pelo peso da respectiva fêmea em gramas. O peso dos ovos por desova (PO/D) foi obtido em uma balança semi-analítica da marca Digimed KN 2.000 e o peso do ovo (PO) pelo quociente entre PO/D e FA. A determinação da taxa de eclosão foi feita dividindo-se o número de larvas eclodidas pela FA.

Para a determinação do número de larvas, utilizou-se uma bandeja com água e um puçá, as larvas foram transferidas para a bandeja e capturadas com o puçá.

### Sexagem da geração F1

A determinação do sexo foi realizada com os juvenis fixados em formalina a 3%, utilizando o método de esfregaço das gônadas.

### Análise estatística

De posse dos dados de desempenho reprodutivo, peso dos ovos por desova (PO/D), peso do ovo (PO), fecundidade absoluta (FA) e fecundidade relativa (FR), foram verificados os pressupostos de normalidade e homogeneidade a 5%, dos resíduos, pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene conforme a metodologia de Quinn e Keough (2002). Em seguida, submetidos à ANOVA, com 5% de significância e, em caso de diferença significativa entre pelo menos dois dos tratamentos as médias foram comparadas por Tukey à 5% (RODRIGUES, 2002), utilizando o software *STATISTICA*® 7.0, conforme a componente sistemática (1):

$$Y_{jk} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{jk} \quad (1)$$

na qual:  $Y_{jk}$  = salinidade da água utilizada  $j$  e repetição  $k$  ( $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ;  $k = 1, 2, 3$ );  $\mu$ : média populacional;  $\alpha_j$ : efeito da salinidade  $j$ ;  $\varepsilon_{jk}$ : erro residual.

Os dados de proporção sexual foram submetidos ao Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) utilizando o software computacional livre Biostat 5.0 (AYRES; AYRES JÚNIOR, 2007) e *Statistica*® 7.0 (STATSOFT, 2007).

As equações da análise de regressão da relação peso/comprimento da geração F1 foram determinadas para cada salinidade, sendo utilizado o modelo potência do tipo,  $y = Ax^b$  em que,  $\ln(y) = a + b \ln(x)$   $\ln(y)$  é a forma linearizada desse modelo curvilíneo, utilizando o programa Microsoft Office Excel® 2007.

Os valores da taxa de eclosão, expressos em porcentagem, foram convertidos para arcosseno antes de serem analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Parâmetros físicos e químicos da água

Os valores médios das variáveis dos parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido e pH no sistema de reprodução variaram de 24,00 a 28,60 °C; 4,18 a 8,33 mg/L e 7,30 a 8,40, respectivamente. As salinidades avaliadas mantiveram-se constantes durante o período experimental.

Observou-se um comportamento decrescente dos valores de pH e oxigênio dissolvido nos primeiros dias de estocagem, tendendo a se estabilizar a partir da segunda

semana devido ao funcionamento e maturação do sistema. Os valores dos parâmetros físicos e químicos da água para todas as salinidades avaliadas apresentaram-se dentro dos limites considerados adequados para o cultivo de tilápia (KUBITZA, 2011).

### Geração parental

O peso médio e o comprimento total dos reprodutores variaram entre  $122,00 \pm 48,72$  a  $215,17 \pm 34,25$  g e  $19,13 \pm 1,97$  a  $23,00 \pm 0,87$  cm para as fêmeas e  $165,75 \pm 40,48$  a  $223,00 \pm 3,77$  g e  $21,83 \pm 3,18$  a  $24,83 \pm 1,26$  cm para os machos (Tabela 1).

O fator de condição variou de  $1,44 \pm 0,08$  (5 ppt) a  $1,93 \pm 0,25$  (0 ppt) para machos e de  $1,49 \pm 0,16$  (5 ppt) a  $1,93 \pm 0,17$  (0 ppt) para fêmeas. Valores semelhantes foram encontrados por Kolding, Haug e Stefansson (2008) estudando o desempenho de tilápia do Nilo em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido na água.

### Desempenho reprodutivo

Foi observada a ocorrência de desova seguida de eclosão nas salinidades 0; 5; 10; 15 e 20 ppt, apenas desova com ausência de eclosão em 25 ppt, não sendo observada desova em 30; 35 e 40 ppt. Ao longo de todo período experimental ocorreram 20 desovas nas salinidades de 0 a 25 ppt (Tabela 2).

Um total de 20.048 ovos foi coletado na boca das fêmeas. O menor número de ovos foi produzido na salinidade 10 ppt com 3.011 ovos (15,02% do total) pesando 19,53 g; seguida de 25 ppt com 3.089 ovos (15,41%) e 19,63 g; 5 ppt com 3.174 ovos (15,83%) e 19,18 g; 15 ppt com 3.453 ovos (17,22%) e 27,24 g; 20 ppt com 3.516 ovos (17,54%) e 22,79 g; sendo a maior produção em 0 ppt com 3.805 ovos (18,98%) e 30,64 g (Tabela 2). A fecundidade absoluta não apresentou diferença significativa ( $F = 1,1903$ ;  $p = 0,3629$ ), sendo o menor valor para a salinidade 25 ppt com  $772,25 \pm 394,39$  ovos desova<sup>-1</sup>,

**Tabela 1** - Valores médios  $\pm$  desvio padrão de peso corporal (PC), comprimento total (CT) e fator de condição (FC) para machos e fêmeas reprodutores de tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*

Sal. (ppt)	♂ PC (g)	♀ PC (g)	♂ CT (cm)	♀ CT (cm)	♂ FC	♀ FC
0	218,67 $\pm$ 35,91	215,17 $\pm$ 34,25	22,50 $\pm$ 2,18	22,33 $\pm$ 1,61	1,93 $\pm$ 0,25	1,93 $\pm$ 0,17
5	220,50 $\pm$ 25,70	145,17 $\pm$ 28,46	24,83 $\pm$ 1,26	21,33 $\pm$ 1,26	1,44 $\pm$ 0,08	1,49 $\pm$ 0,16
10	184,00 $\pm$ 42,09	155,00 $\pm$ 59,34	21,83 $\pm$ 3,18	20,17 $\pm$ 2,75	1,80 $\pm$ 0,39	1,81 $\pm$ 0,07
15	215,00 $\pm$ 45,85	168,88 $\pm$ 34,19	23,00 $\pm$ 1,58	21,50 $\pm$ 2,04	1,75 $\pm$ 0,13	1,70 $\pm$ 0,22
20	198,00 $\pm$ 75,45	168,00 $\pm$ 59,57	22,83 $\pm$ 2,75	21,50 $\pm$ 2,78	1,61 $\pm$ 0,15	1,65 $\pm$ 0,06
25	165,75 $\pm$ 40,48	122,00 $\pm$ 48,72	21,88 $\pm$ 1,89	19,13 $\pm$ 1,97	1,56 $\pm$ 0,07	1,68 $\pm$ 0,10
30	219,33 $\pm$ 57,81	183,33 $\pm$ 66,19	23,67 $\pm$ 1,89	21,53 $\pm$ 2,70	1,62 $\pm$ 0,07	1,82 $\pm$ 0,48
35	223,00 $\pm$ 3,77	202,00 $\pm$ 6,73	23,83 $\pm$ 0,58	23,00 $\pm$ 0,87	1,65 $\pm$ 0,14	1,67 $\pm$ 0,18
40	218,00 $\pm$ 68,46	201,33 $\pm$ 46,18	23,67 $\pm$ 2,31	22,67 $\pm$ 1,53	1,60 $\pm$ 0,09	1,71 $\pm$ 0,11

Os valores não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ )

**Tabela 2** - Total de desovas, produção total de ovos, valores médios  $\pm$  desvio padrão de peso dos ovos por desova (PO/D), peso do ovo (PO), fecundidade absoluta (FA) e fecundidade relativa (FR) da tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*, em diferentes salinidades

Total de desovas	Salinidade (ppt)						(F;p) <sup>(1)</sup>
	0	5	10	15	20	25	
	3	3	3	4	3	4	-
Total de ovos	3.805	3.174	3.011	3.453	3.516	3.089	-
PO/D (g desova <sup>-1</sup> )	10,21 $\pm$ 0,42	6,39 $\pm$ 1,60	6,51 $\pm$ 1,20	6,79 $\pm$ 3,62	7,60 $\pm$ 1,91	4,82 $\pm$ 2,27	2,1069; 0,1248
PO (mg)	8,06 $\pm$ 0,53	6,01 $\pm$ 0,48	6,50 $\pm$ 1,30	7,85 $\pm$ 1,43	6,42 $\pm$ 0,69	6,55 $\pm$ 0,90	2,3576; 0,0943
FA (ovos desova <sup>-1</sup> )	1.268,33 $\pm$ 36,50	1.058,00 $\pm$ 211,75	1.003,67 $\pm$ 16,04	863,25 $\pm$ 509,56	1.172,00 $\pm$ 181,73	772,25 $\pm$ 394,39	1,1903; 0,3629
FR (ovos g <sup>-1</sup> )	6,01 $\pm$ 1,14	7,35 $\pm$ 1,35	7,44 $\pm$ 3,76	5,49 $\pm$ 3,31	7,31 $\pm$ 1,42	6,73 $\pm$ 3,98	0,265; 0,9240

<sup>(1)</sup>F: variável do teste, p: valores críticos

e o maior para 0 ppt com  $1.268,33 \pm 36,50$  ovos desova<sup>-1</sup>. Valores acima dos encontrados por Bhujel, Little e Hossain (2007) estudando diferentes níveis alimentares em tilápia-do-Nilo. Watanabe, Kuo e Huang (1985) também não observaram diferença significativa para a fecundidade absoluta estudando a tilápia-do-Nilo sob diferentes condições de salinidade.

Nenhuma diferença significativa ( $F = 0,265$ ;  $p = 0,9240$ ) foi encontrada para os valores de fecundidade relativa que variaram de  $5,49 \pm 3,31$  a  $7,44 \pm 3,76$  ovos g<sup>-1</sup> desova<sup>-1</sup> para as salinidades 15 e 10 ppt, respectivamente (Tabela 2). Valores próximos a estes ( $6,0 \pm 0,2$  ovos g<sup>-1</sup>) foram encontrados por Campos-Mendoza *et al.* (2004), estudando a tilápia-do-Nilo. Lu e Takeuchi (2004) encontraram valores que variaram entre 7,5 e 7,8 ovos g<sup>-1</sup> para tilápia-do-Nilo alimentadas com ração comercial e *Spirulina* durante três gerações. Phelps e Popma (2000) observaram variação de 6 a 13 ovos g<sup>-1</sup> para o gênero *Oreochromis*. Em outro estudo, Osure e Phelps (2006) revelaram uma maior amplitude entre as fecundidades médias relativas para quatro variedades diferentes de *O. niloticus*,  $2,1 \pm 0,88$  a  $11,4 \pm 5,69$  ovos g<sup>-1</sup>. Estas discrepâncias podem ser atribuídas a diferenças existentes no modelo experimental, tamanho e manejo dos reprodutores, proporção sexual, densidade de estocagem, histórico da desova e duração do experimento (EL-SAYED; KAWANNA, 2008).

Não foi observado diferença significativa ( $F = 2,3576$ ;  $p = 0,0943$ ) para o peso médio do ovo após a coleta na boca das fêmeas, sendo o menor valor encontrado na salinidade de 5 ppt,  $6,01 \pm 0,48$  mg, e o maior em 0 ppt,  $8,06 \pm 0,53$  mg. Valores semelhantes aos encontrados por El-Sayed e Kawanna (2008), com uma variação de  $6,59 \pm 0,28$  a  $8,58 \pm 0,33$  mg para ovos de tilápia alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia incorporados na ração. Da mesma forma, não foi observado diferença significativa para o peso dos ovos por desova ( $F = 2,1069$ ;  $p = 0,1248$ ). Bonislawska, Formicki e Winnicki (2000) concordam que o tamanho de ovos em peixes pode ser influenciado pelas condições físicas e fisiológicas dos reprodutores, devido a idade, qualidade e quantidade nutricional, digestibilidade, valor biológico dos alimentos incluso em dietas, critérios de seleção, melhoramento animal, genes candidatos e diferentes sistemas de cultivo.

Foi observado diferença significativa ( $F = 8,5575$ ;  $p = 0,0025$ ) para a taxa de eclosão entre algumas das salinidades avaliadas. A salinidade 0 ppt apresentou taxa de eclosão de  $56,34 \pm 22,86\%$ , a qual não diferiu daquelas encontradas em 10 ppt ( $42,53 \pm 3,93\%$ ) e em 15 ppt ( $33,76 \pm 6,65\%$ ), sendo, contudo, maiores que as taxas de eclosão encontradas para as salinidades 5 ppt ( $25,08 \pm 2,07\%$ ) e 20 ppt ( $11,56 \pm 5,23\%$ ). Diferença significativa também foi observada entre as salinidades 10 e 20 ppt (Figura 1).

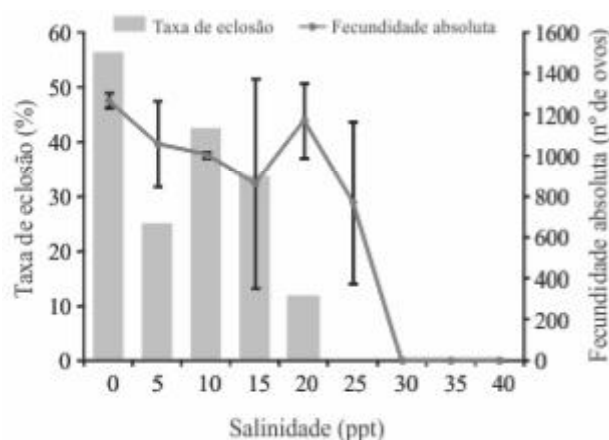
Tais valores estão de acordo com os encontrados por Tsadik e Bart (2007) estudando a tilápia-do-Nilo em diferentes regimes de fluxo de água, densidade de estocagem e taxa de arraçoamento. Contudo, estão abaixo dos encontrados por Watanabe *et al.* (1992), estudando o desempenho reprodutivo de tilápia vermelha da Flórida em água salobra (12 ppt), com eclosão em torno de 65%.

Esta diferença pode ser em parte explicada pelo fato de que salinidades próximas de 12 ppt maximizam a produção de larvas e pós-larvas por ser um meio isosmótico em relação aos tecidos dos indivíduos (KUBITZA, 2011) e que salinidades acima de 18 ppt causam declínio no sucesso reprodutivo da maioria das espécies de tilápia mesmo para aquelas que possuem um alto grau de tolerância a altas salinidades (SURESH; LIN, 1992). Outros fatores que podem também influenciar este parâmetro são a temperatura da água, condição nutricional dos reprodutores, densidade de estocagem, razão sexual, interações sociais entre os reprodutores e estratégia de coleta dos ovos (KUBITZA, 2011).

Estudando a tilápia-do-Nilo em diferentes salinidades, Watanabe e Kuo (1985) encontraram valores semelhantes de taxa de eclosão para a salinidades 15 ppt (36,9%), valor maior para a salinidade 5 ppt (51,6%) e menor para as salinidades 0 e 10 ppt (30,9 e 32,7%, respectivamente) com indivíduos que variaram de aproximadamente 18 a 34 g. Ainda na mesma pesquisa estes pesquisadores encontraram valores semelhantes de taxa de eclosão para a salinidade 0 ppt (54,2%) quando utilizaram reprodutores com peso em torno de 204 g, próximo ao utilizado no presente estudo.

Como pôde ser observado nos dados apresentados, existe um efeito inibitório de altas salinidades na reprodução da tilápia vermelha, *Saint Peter*, que foi

**Figura 1** - Valores médios para taxa de eclosão e fecundidade absoluta para a tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*, em diferentes salinidades



evidenciado pelo fato de não ter havido eclosão de larvas em nenhuma das desovas ocorridas em 25 ppt. Outro fator que corrobora o efeito inibidor de fertilidade da salinidade nos espécimes utilizados no presente estudo é o comportamento decrescente da taxa de eclosão a partir da salinidade 0 ppt até a salinidade 20 ppt.

Desta forma, poder-se-ia inferir que o cultivo da tilápia vermelha *Saint Peter* em águas com salinidade superior a 25 ppt pode ser utilizado como forma de prevenir a superpopulação nos tanques de crescimento sem a necessidade da separação entre machos e fêmeas ou de utilização de hormônio no período pós-eclosão. Contudo, ainda se faz necessário analisar fatores como desempenho zootécnico e resistência a enfermidades neste tipo de ambiente. Segundo Watanabe e Kuo (1985), são necessários também estudos para averiguar se em altas salinidades parte da energia das fêmeas continuaria sendo canalizada para produção de ovócitos a despeito da não ocorrência de reprodução. Desta forma, as técnicas de produção com populações 100% de machos ainda são as mais apropriadas quando o objetivo for maximizar o crescimento durante cultivo. Lutz, Armas-Rosales e Saxton (2010) salientam que identificar cruzamentos específicos cuja geração apresente maior tolerância a altas salinidades, além de outras características importantes como crescimento, coloração e conformação corporal, pode disponibilizar estoques de tilápia para cultivo em água salobra ou salgada.

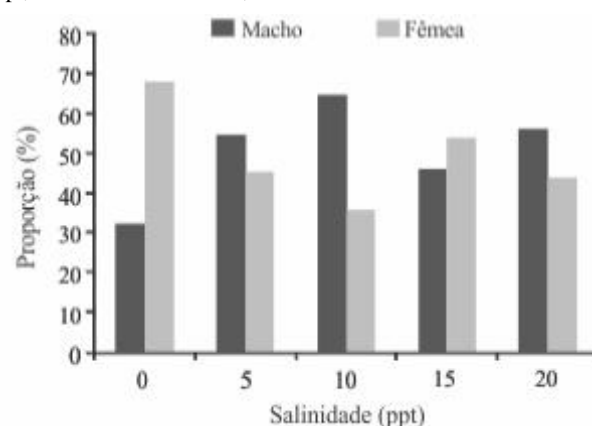
O efeito inibitório de altas salinidades na reprodução da tilápia vermelha, *Saint Peter* deve ser interpretado com cautela uma vez que desovas não fecundadas têm sido observadas em espécies de tilápia mesmo em água doce (WATANABE; KUO, 1985). Além disto, é sabido que o contato prolongado dos reprodutores com água salgada

e a eventual desova e eclosão de larvas neste tipo de ambiente pode gerar indivíduos com níveis mais altos de tolerância a altas salinidades (SURESH; LIN, 1992). Estes pesquisadores afirmam também que após décadas de pesquisas com diferentes espécies e variedades de tilápias, a salinidade crítica que limita sua reprodução não pôde ser estabelecida, apresentando valores máximos de 24 ppt para *O. niloticus* e 49 ppt para *O. mossambicus*.

### Geração F1

Foram analisados 282 peixes da geração F1 ao longo do experimento das salinidades 0 (n = 50); 5 (n = 64); 10 (n = 68); 15 (n = 50) e 20 (n = 50) ppt (Tabela 3; Figura 2). Nas salinidades avaliadas não houve diferença entre o

**Figura 2** - Proporção sexual da tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*, eclodidas em diferentes salinidades



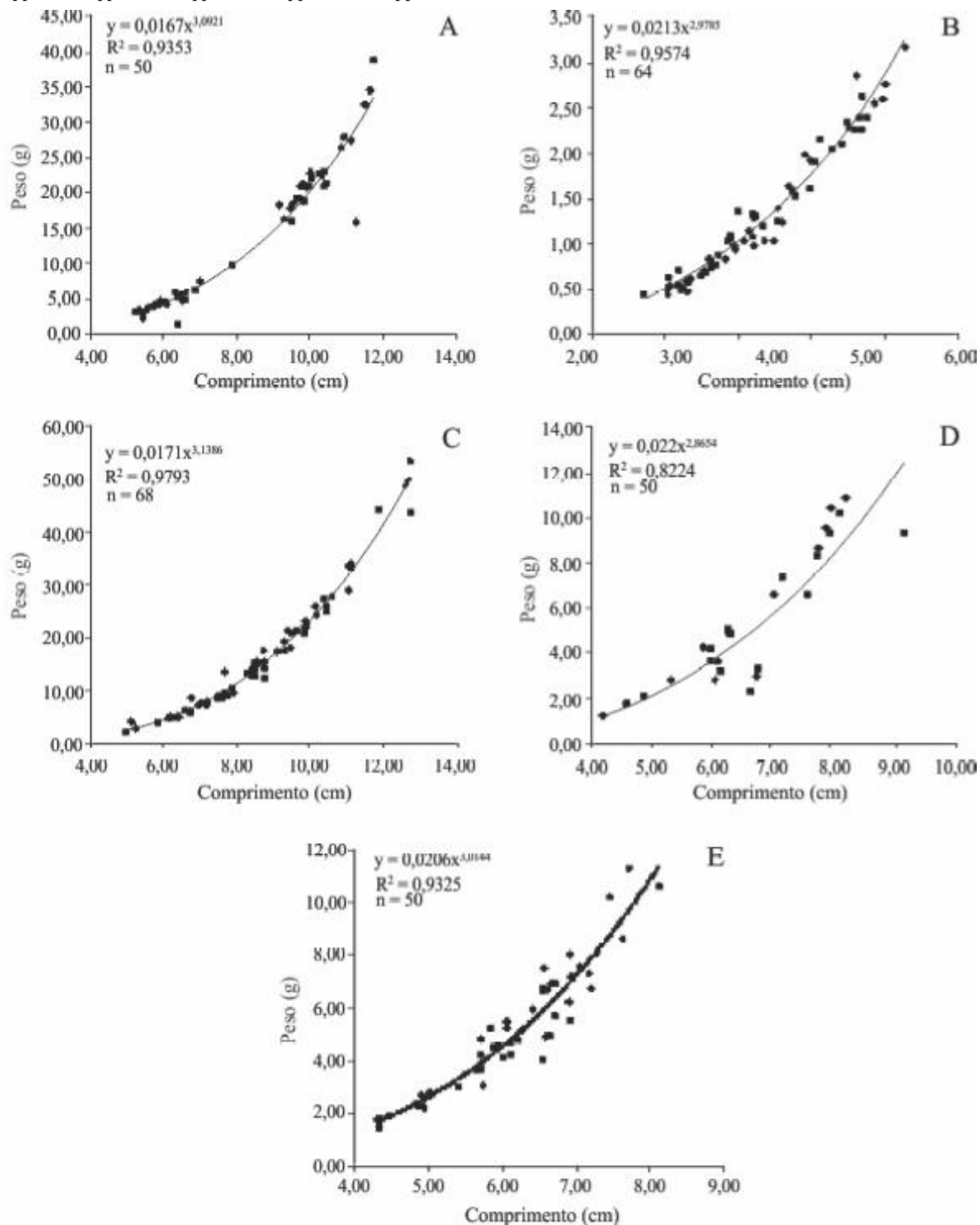
**Tabela 3** - Porcentagem (%), valores médios  $\pm$  desvio padrão de peso corporal (PC), comprimento total (CT) e fator de condição (FC) para machos e fêmeas da geração F1 de tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*, eclodidas e cultivadas em diferentes salinidades. Os valores obtidos no teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para aderência e número total de peixes analisados em cada salinidade também são apresentados

	Salinidade (ppt)				
	0	5	10	15	20
♂ %	32	54,69	64,71	46	56
♀ %	68	45,31	35,29	54	44
♂ PC (g)	4,61 $\pm$ 2,08	1,35 $\pm$ 0,72	18,83 $\pm$ 11,59	5,85 $\pm$ 3,13	5,11 $\pm$ 2,27
♂ CT(cm)	6,11 $\pm$ 0,72	3,90 $\pm$ 0,72	8,92 $\pm$ 1,86	6,75 $\pm$ 1,24	6,12 $\pm$ 0,91
♀ PC (g)	5,97 $\pm$ 2,33	1,34 $\pm$ 0,76	10,91 $\pm$ 5,67	5,42 $\pm$ 2,41	5,39 $\pm$ 2,53
♀ CT (cm)	6,58 $\pm$ 1,01	3,87 $\pm$ 0,73	7,62 $\pm$ 1,27	6,49 $\pm$ 0,81	6,11 $\pm$ 1,02
♂ FC	1,96 $\pm$ 0,44	2,08 $\pm$ 0,25	2,33 $\pm$ 0,23	1,75 $\pm$ 0,38	2,10 $\pm$ 0,29
♀ FC	2,10 $\pm$ 0,22	2,09 $\pm$ 0,24	2,24 $\pm$ 0,27	1,88 $\pm$ 0,36	2,17 $\pm$ 0,26
$\chi^2$ (aderência)	6,480	0,563	5,882	0,320	0,720
Total de peixes	50	64	68	50	50

número de machos e fêmeas para 1% de significância do teste aplicado. Segundo Devlin e Nagahama (2002), a determinação sexual em peixes é controlada por uma

série de reações bioquímicas que envolvem diferentes proteínas. Para que ocorra alteração na proporção sexual entre machos e fêmeas, o fator ambiental atuante

**Figura 3** - Relação peso-comprimento da tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*, cultivadas em diferentes salinidades. A) 0 ppt\*; B) 5 ppt\*; C) 10 ppt\*; D) 15 ppt\*; e E) 20 ppt\*



\* $p < 0,05$  para os parâmetros da equação.

deve causar alterações estruturais e funcionais em tais proteínas, o que não parece ser o caso da concentração de sal.

Dentre as técnicas existentes para gerar populações monossexo de machos de tilápia, podem-se citar desde a aplicação de métodos físicos até a manipulação cromossômica e a inativação do DNA. Dentre estes métodos tem-se a masculinização pela utilização de hormônio, gradagem mecânica, produção de híbridos, supermachos e sexagem manual.

Devlin e Nagahama (2002) apresentam ainda que algumas condições ambientais têm efeitos variados na diferenciação sexual dependendo do histórico genético e da estabilidade no desenvolvimento de diferentes variedades. Estes pesquisadores concluem afirmando que tais observações demonstram que a determinação do sexo pode ser bastante instável em diferentes espécies de tilápia e que, dependendo das combinações dos genes presentes em diferentes variedades, os efeitos dos parâmetros ambientais na determinação do sexo podem variar em efetividade e direção, além de ser sensível ao grau de endogamia.

Como exemplo das condições ambientais que afetam a determinação do sexo em peixes, temos a temperatura, que influencia na diferenciação sexual em tilápias (AZAZA; DHRAÏEF; KRAÏEM, 2008; ROUGEOT *et al.*, 2008) e em outras espécies de peixes como a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*; MAGERHANS; MÜLLER-BELECKE; HÖRSTGEN-SCHWARK, 2009). Contudo a salinidade parece ser um dos fatores ambientais que não exerce influência na determinação sexual, como foi observado no presente estudo, por Marengoni *et al.* (2010) estudando tilápia vermelha em água mesohalina (5 e 10 ppt) e evidenciado por Devlin e Nagahama (2002).

O fator de condição da geração F1 variou de  $1,75 \pm 0,38$  a  $2,33 \pm 0,23$  para machos e de  $1,88 \pm 0,36$  a  $2,24 \pm 0,27$  para fêmeas nas salinidades 15 e 10 ppt, respectivamente. Estes valores foram semelhantes aos encontrados por Tachibana *et al.* (2008), estudando diferentes densidades de estocagens para a tilápia-do-Nilo durante o período de reversão sexual. Por outro lado, Lin *et al.* (2010) e Guo *et al.* (2011) encontraram valores maiores estudando juvenis de tilápia-do-Nilo. De acordo com Vazzoler (1996), o fator de condição é um indicador quantitativo do grau de hígidez do peixe, refletindo as condições alimentares recentes e/ou gasto de reservas em atividades cíclicas, influenciados pelas condições ambientais e aspectos comportamentais da espécie. Além disto, o fator de condição é uma boa ferramenta para avaliar os protocolos de alimentação adotados. Um fator de condição elevado para a espécie significa sobrealimentação dos peixes, por outro lado, um valor baixo significa subalimentação dos peixes (TIMMONS; EBELING; PIEDRAHITA, 2009). A relação entre peso-comprimento pode ser observada na Figura 3.

## CONCLUSÕES

1. A salinidade 25 ppt limitou a eclosão das larvas e salinidades acima desta (30; 35 e 40 ppt) inibiram a desova da tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*;
2. A salinidade não influencia na diferenciação sexual da tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter*;
3. Conclui-se também que a melhor salinidade para efetuar a reprodução da tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., variedade *Saint Peter* é em 0 ppt, em função da maior taxa de eclosão.

## REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M. **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém, 2007. 339 p.
- AZAZA, M. S.; DHRAÏEF, M. N.; KRAÏEM. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of the Thermal Biology**, v. 33, n. 2, p. 98-105, 2008.
- BHUJEL, R. C.; LITTLE, D. C.; HOSSAIN, A. Reproductive performance and the growth of pre-stunted and normal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish at varying feeding rates. **Aquaculture**, v. 273, n. 1, p. 71-79, 2007.
- BRASIL. Ministério da Pesca e da Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: (Versão Preliminar)**. Brasília, [2013]. 60 p. Disponível em: <[http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes\\_e\\_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL3.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL3.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2013.
- BONISLAWSKA, M.; FORMICKI, K.; WINNICKI A. Size of eggs and duration of embryogenesis in fishes. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 30, n. 1, p. 61-71, 2000.
- CAMPO, L. F. C. **Tilapia roja 2011**: una evolucion de 29 años, de la incertidumbre al éxito. Disponível em: <[www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/tilapiaroja2010.doc](http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/tilapiaroja2010.doc)> Acesso em: 18 dez 2013.
- CAMPOS-MENDOZA, A. *et al.* Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation, effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. **Aquaculture**, v. 231, n. 1/4, p. 299-314, 2004.
- DEVLIN, R. H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, v. 208, n. 3/4, p. 191-394, 2002.
- EL-SAYED, A.-F. M.; KAWANNA, M. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, v. 280, n. 1/4, p. 179-184, 2008.
- GUO, Y. X. *et al.* Partial replacement of soil bean meal sesame meal in diets of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L.. **Aquaculture Research**, v. 42, n. 9, p. 1298-1307, 2011.



- KOLDING, J.; HAUG, L.; STEFANSSON, S. Effect of ambient oxygen on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 65, n. 7, p. 1413-1424, 2008.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2. ed. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. 316 p.
- LIN, S. *et al.* Effects of four vegetable protein supplementation on growth, digestive enzymes actives, and liver functions of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, n. 4, p. 583-593, 2010.
- LOPERA-BARRETO, N. M. *et al.* **Produção de organismos aquáticos: uma visão no Brasil e no mundo**. Guaíba: Agrolivros, 2011, 320 p.
- LU, J; TAKEUCHI, T. Spawning and egg quality of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations. **Aquaculture**, v. 234, n. 1/4, p. 625-640, 2004.
- LUTZ, C. G.; ARMAS-ROSALES, A. M.; SAXTON, A. M. Genetic effects influencing salinity tolerance in six varieties of tilapia (*Oreochromis*) and their reciprocal crosses. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 11, p. 770-780, 2010.
- MAGERHANS, A.; MÜLLER-BELECKE, A.; HÖRSTGEN-SCHWARK, G. Effect of rearing temperatures post hatching on sex ratios of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations. **Aquaculture**, v. 294, n. 1/2, p. 25-29, 2009.
- MARENGONI, N. G. *et al.* Desempenho e proporção sexual de tilápia vermelha sob à inclusão de probiótico em água mesohalina. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 227, p. 403-414, 2010.
- OSURE, G. O.; PHELPS, R. P. Evaluation of reproductive performance and early growth of four strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) with different histories of domestication. **Aquaculture**, v. 253, n. 1/4, p. 485-494, 2006.
- PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Sex reversal of tilapia. In: COSTA-PIERCE, B. A.; RAKOCY, J. E. (Ed.). **Tilapia aquaculture in the americas**. Louisiana: World Aquaculture Society, 2000. p. 34-59. v. 2.
- QUINN, G. P.; KEOUGH, M. J. **Experimental design and data analysis for biologists**. Cambridge University Press, 2002.
- RAMÍREZ-PAREDES, J. G.; GARDUÑO-LUGO, M.; MUÑOZ-CÓRDOVA, G. Productive performance of a new synthetic red tilapia population 'Pargo-UNAM' compared with that of wild-type Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v. 43, n. 6, p. 870-878, 2012.
- RODRIGUES, P. C. **Bioestatística**. Niterói: EdUFF, 2002. 339 p.
- ROMANA-EGUIA, M. R. R. *et al.* Growth comparison of Asian Nile and red tilapia strains in controlled and uncontrolled farm conditions. **Aquaculture International**, v. 18, n. 6, p. 1205-1221, 2010.
- ROUGEOT, C. *et al.* Effect of high temperature during embryogenesis on the sex differentiation process in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 276, n. 1/4, p. 205-208, 2008.
- SCORVO FILHO, J. D. *et al.* Custo operacional de produção da criação de tilápias vermelha da Flórida e Tailandesa em tanques-rede de pequeno volume. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 10, p. 71-79, 2006.
- STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 7. 2004.
- SURESH, A. V.; LIN, C. K. Tilapia culture in saline waters: a review. **Aquaculture**, v. 106, n. 3/4, p. 201-226, 1992.
- TACHIBANA, L. *et al.* Densidade de estocagem de pós-larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 4, p. 483-488, 2008.
- TIMMONS, M. B.; EBELING, J. M.; PIEDRAHITA, R. H. **Acuicultura en sistemas de recirculación**. New York: Ithaca, 2009. 959 p.
- TSADIK, G. G.; BART, A. N. Effect of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). **Aquaculture**, v. 272, n. 1/4, p. 380-388, 2007.
- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996. 169 p.
- WATANABE, W. O.; KUO, C. M. Observations on the reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in laboratory aquaria at various salinities. **Aquaculture**, v. 49, n. 3/4, p. 315-323, 1985.
- WATANABE, W. O.; KUO, C. M.; HUANG, M. C. Salinity resistance of the tilapias *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* and an *O. mossambicus* x *O. niloticus* hybrid. **ICLARM Tech. Rep.** v. 16, 1985, 22 p.
- WATANABE, W. O. *et al.* Hatchery production of Florida red tilapia seed in brackishwater tank under natural-mouthbrooding and clutch-removal methods. **Aquaculture**, v. 102, n. 1/2, p. 77-88, 1992.