

Marília Danyelle Nunes  
Rodrigues<sup>1</sup>, Cecília Perez  
Calabuig<sup>2</sup>, Harold Julian Perez  
Gutierrez<sup>3</sup>, Diones Bender  
Almeida<sup>4</sup>, Carla Giovane  
Ávila Moreira<sup>5</sup>, Izani Bone  
Acosta<sup>6</sup>, Josiane Bonel<sup>7</sup>, Heden  
Luiz Marques Moreira<sup>8</sup>

---

**MORFOMETRIA E MORTALIDADE DE  
ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO EM  
DUAS TEMPERATURAS**

---

**RESUMO:** O objetivo da investigação foi determinar a mortalidade, medidas morfométricas e de massa corporal, em duas etapas diferentes do crescimento na tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* e identificar diferenças histológicas atribuídas ao dimorfismo sexual que determinem a melhor idade para análise de gônadas. Foram realizados dois tratamentos com temperatura da água: 35°C e 25°C. Os animais foram abatidos em duas etapas: 35°C (com 71 e 92 dias após a eclosão) e 25°C (com 112 e 131 dias após a eclosão). Foi registrada a mortalidade a partir de visualização direta e foram obtidos dados de morfometria e de peso, com balança de precisão e paquímetro respectivamente. A sexagem foi realizada por meio de histologia gonadal. O tratamento a 35°C apresentou menor mortalidade, indicando que os peixes estariam mais adaptados a temperaturas mais elevadas. Em contraste, o tratamento a 25°C apresentou uma diferença significativa entre as variáveis e os machos quando os animais estavam com 131 dias após a eclosão. A partir dos dados histológicos analisados, verificou-se que os animais que apresentaram idade igual ou superior a 131 dias após a eclosão estão morfologicamente aptos para identificação gonadal.

**PALAVRAS-CHAVE:** diferenciação sexual; massa corporal; *oreochromis niloticus*.

---

Data de submissão: 22-11-2013. Data de Aceite: 29-04-2014

<sup>1</sup> UFPel,

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido;

<sup>3</sup> UFPel,

<sup>4</sup> UFPel,

<sup>5</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>6</sup> UFPel,

<sup>7</sup> UFPel,

<sup>8</sup> UFPel,

## MORPHOMETRY AND MORTALITY OF NILE TILAPIA FINGERLINGS IN TWO TEMPERATURES

**ABSTRACT:** The aim of the investigation was to determine the mortality, morphometric measurements and body mass in two different stages of growth in the Nile tilapia Supreme strain and identify histological differences attributed to sexual dimorphism determining the best age for analysis of gonads. Two treatments were conducted with the water temperature on 35°C and 25°C. The animals were slaughtered in two steps: 35°C (71 and 92 days after hatching ) and 25°C (112 and 131 days after hatching) Mortality was recorded through direct visualization, data on the morphology and weight were obtained with precision scale and caliper respectively. The sexing was performed by gonadal histology. The treatment at 35°C showed lower mortality, indicating that the fish would be better suited to higher temperatures. In contrast, treatment at 25°C showed a significant difference between the variables and the male animals of 131 days after hatching. Through the histological data analyzed, it was concluded that the animals that had aged to 131 days after hatching are morphologically suitable for gonadal identification.

**KEYWORDS:** Body weight, *Oreochromis niloticus*, Sexual differentiation.

### INTRODUÇÃO

O aumento na produção de tilápia se deve, principalmente, ao fato de a espécie apresentar alta proliferação, facilidade de criação, resistência a doenças, rápido crescimento e ser bem aceita pelo consumidor (TURRA, 2010). O potencial reprodutivo da espécie leva ao direcionamento de grande parte da energia obtida pelo consumo de alimento à produção de ovos e larvas e, como consequência disso, ao aumento no número de indivíduos na coluna d'água (KUBITZA, 1999).

Com o intuito de solucionar o problema de superpopulação nos tanques e o fato de os machos apresentarem taxa de crescimento superior às fêmeas (TACHIBANA *et al.*, 2004), tem sido implementado o uso de hormônios esteroides na reversão sexual de indivíduos geneticamente definidos como fêmeas em indivíduos fisiologicamente machos, com a finalidade de obter populações monossexuais masculinas. Este tipo de metodologia tem gerado muita controvérsia com relação aos resultados de crescimento obtidos em espécies como a tilápia do Nilo. Alguns trabalhos apresentam dados nos quais peixes de sexo revertido apresentam maior crescimento, enquanto outros mostram que após o processo de reversão sexual os peixes tiveram taxa de crescimento baixa (PANDIAN; SHEELA, 1995).

Além dos efeitos sobre o crescimento, a busca de alternativas aos hormônios pode ser relacionada à preocupação dos consumidores com os efeitos residuais no meio ambiente e na saúde humana (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2008). Por esses motivos, ao longo do tempo diversas metodologias de reversão sexual direta e indireta que não utilizem hormônios esteroides vêm sendo estudadas e implementadas na obtenção de populações de peixes monossexuais. A temperatura aparece como uma técnica alternativa no tratamento de reversão sexual em substituição à utilização de hormônios (TESSEMA; MÜLLER-BELECKE; HÖRSTGEN-SCHWARK, 2006); portanto, é importante estudar se esse tipo de metodologia influencia o desenvolvimento dos indivíduos, já que se desconhece o efeito real no crescimento dos animais a ele submetidos. Além disso, a técnica é questionada quanto à taxa de mortalidade, sendo que alguns trabalhos com salmão (CRAIG; FOOTE; WOOD, 1996) e truta (MAGERHANS; MÜLLER-BELECKE; HÖRSTGEN-SCHWARK, 2009) comprovaram que essa mortalidade não chega a ser significativa.

Com base no exposto, os objetivos deste trabalho são: 1) apresentar taxas de mortalidade de tilápia do Nilo submetidas a dois tratamentos de diferentes temperaturas; 2) apresentar medidas morfométricas e massa corporal em duas fases diferentes quanto à idade para cada temperatura; 3) identificar morfologicamente diferenças que possam ser atribuídas ao dimorfismo sexual e que determinem qual a melhor idade de coleta de animais para análise de gônadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local e execução

O experimento foi realizado nas instalações da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) com tilápias da linhagem *Supreme* provenientes de uma Piscicultura Comercial localizada em Rolândia, Paraná, Brasil. O período de execução esteve compreendido entre 15/04/2010 e 24/08/2010. A pesquisa obteve aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas, com n° de registro no CEEA: 1152.

## Desenho experimental

Os animais foram subdivididos em lotes de 93 larvas de 3 dias após a eclosão e foram mantidos em um sistema de recirculação fechado em caixas de 40L providas de aquecimento e aeração constantes. Foram feitas oito repetições para cada temperatura.

O estudo contou com dois tratamentos, nos quais a temperatura e a idade dos animais variaram da seguinte forma: Tratamento 1 – temperatura da água a 35°C (T35), realizado entre 15/04/2010 e 16/07/2010. A primeira coleta para morfometria, pesagem e sexagem foi realizada com 71 dias após a eclosão e a segunda coleta com 92 dias após a eclosão. Foram coletados 48 e 67 animais, respectivamente; Tratamento 2 – temperatura da água a 25°C (T25), realizado entre 15/04/2010 e 24/08/2010. A primeira coleta para morfometria, pesagem e sexagem foi realizada com 112 dias após a eclosão e a segunda coleta com 131 dias após a eclosão. Foram coletados 48 e 39 animais, respectivamente.

A coleta dos peixes para morfometria, pesagem e sexagem ocorreu duas vezes por tratamento propositalmente para identificar qual a melhor idade de abatimento, com vistas à posterior identificação do sexo por meio da histologia gonadal e para verificar se alguma idade poderia evidenciar um dimorfismo em tamanho tendo como controle a sexagem gonadal.

O período de exposição aos tratamentos com temperatura controlada foi de 34 dias, com fotoperíodo de 12:12 horas claro:escuro.

Os animais foram alimentados a cada hora com ração comercial que continha 50% de proteína bruta.

Após o período de exposição a diferentes temperaturas, a água foi resfriada gradativamente, até atingir 27°.

A qualidade da água foi mantida por meio de filtros biológicos e de sifonagem diária, sendo feita a renovação diária de água, entre 20 e 25% do volume total. Os parâmetros físico-químicos da água foram medidos semanalmente.

## Morfometria e pesagem

Todos os animais provenientes das duas coletas por tratamento foram pesados e medidos. A massa corporal dos peixes foi determinada por meio de uma balança de precisão de 0,0001g (Bel Engineering Mark 500, Classe II) e o comprimento total (TL) e o comprimento padrão (SL)

por meio de um paquímetro de 0,05mm de precisão (MARBERG 150 X 0,05mm, 6"x1/128 in Vernier). Em ambos os tratamentos (T35 e T25), os animais foram sacrificados a partir da administração de anestésico benzocaína e retirada da gônada para posterior identificação do sexo em análise histológica.

### Sexagem

A sexagem foi feita por meio da histologia gonadal. Para isso, as gônadas foram fixadas em formol tamponado a 10%. Entre 48 a 72 horas após a fixação, foram incluídas em parafina; cortadas de 5-3mm de espessura e coradas por hematoxilina-eosina para observação em microscópio óptico.

A sexagem gonadal identificou indivíduos machos, fêmeas e indeterminados (animais que não apresentaram sexo definido).

### Registro de mortalidade

A mortalidade foi verificada, diariamente, por meio de observação direta das unidades experimentais.

### Análise estatística

Verificou-se a normalidade e homocedasticidade de todas as variáveis envolvidas neste estudo por meio de testes de Lilliefors e Levene respectivamente. A significância estatística foi considerada sempre que  $p < 0,05$ . O programa estatístico utilizado foi o STATISTICA 8.0 (StatSoft, Tulsa).

### Correlação entre as medidas morfométricas e massa corporal para o mesmo sexo e entre sexos e animais indeterminados

Para ambas as coletas por tratamento (T35 e T25) e por separado, primeiramente, foi verificada a correlação existente entre as três medidas tomadas (massa corporal, TL e LS) entre animais do mesmo sexo. Logo, foi verificada a correlação existente para as três medidas tomadas entre sexos diferentes e animais indeterminados dentro de

cada coleta e do mesmo tratamento.

A correlação entre os tratamentos não foi realizada porque os animais utilizados no tratamento T25 eram menores, pois tinham 20 dias de diferença do primeiro abate, em relação ao último dia de abate dos animais do tratamento T35.

#### Relação da morfometria com o sexo

Para cada amostragem em ambos os tratamentos, foi realizada uma análise de variância (ONE WAY ANOVA) para verificar uma possível relação entre sexo e indeterminados com as medidas morfométricas e a massa corporal. Foram tomadas como variáveis dependentes o TL, o SL e a massa corporal; e como variável categórica, o sexo (macho, fêmea e indeterminado). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey HSD test:  $P < 0,05$ .

Para todas as análises estatísticas, foram excluídos os animais não processados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o T35, foram identificados 20,9% de fêmeas, 60,5% de machos e 7,75% de sexo indeterminado. Além disso, 10,85% não apresentaram tamanho mínimo da gônada necessário para realização do processo histológico.

Para o T25, foram identificados 18,8% de fêmeas, 44,3% de machos e 8,2% de sexo indeterminado. Além disso, 28,7% não apresentaram o tamanho mínimo da gônada necessário para realização do processo histológico.

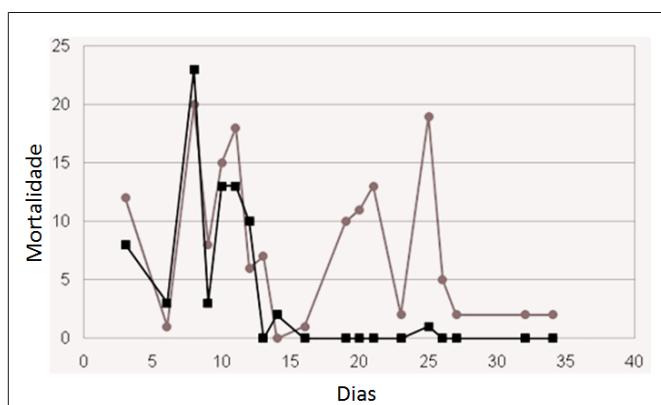
Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água monitorados encontraram-se dentro do recomendado para a aquicultura por Tavares (1995).

#### Taxa de mortalidade

A taxa de mortalidade apresentada nos tratamentos T25 e T35 foi de 15,4% e 7,6%, respectivamente (Tabela 1). Ela diminuiu drasticamente no tratamento T35, a partir do 16° dia (ver Figura 1).

**Tabela 1** Taxa de mortalidade de tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* durante o período de diferenciação sexual (34 dias) em dois tratamentos diferentes de temperatura (T35 e T25), N inicial para T35: 744 e N inicial para T25: 744

Tempo de exposição (dias)	Indivíduos mortos (N)		Taxa de mortalidade (%)	
	T35	T25	T35	T25
3	8	12	0,8	1,2
6	3	1	0,3	0,1
8	23	20	2,3	2
9	3	8	0,3	0,8
10	13	15	1,3	1,5
11	13	18	1,3	1,8
12	10	6	1	0,6
13	0	7	0	0,7
14	2	0	0,2	0
16	0	1	0	0,1
19	0	10	0	1
20	0	11	0	1,1
21	0	13	0	1,3
23	0	2	0	0,2
25	1	19	0,1	1,9
26	0	5	0	0,5
27	0	2	0	0,2
32	0	2	0	0,2
34	0	2	0	0,2
Total	76	154	7,6	15,4



**Figura 1** Representação gráfica da mortalidade de tilápia da linhagem *Supreme* em dois tratamentos com temperatura da água durante 34 dias. A linha vermelha representa tratamento com temperatura de 25°C e a linha preta representa tratamento com temperatura de 35°C.

### Correlação entre as medidas morfométricas para a mesma amostragem por tratamento

Para uma mesma amostragem (peixes com mesma idade), em ambos os tratamentos as três variáveis apresentaram correlação entre si (ver Tabela 2 e Tabela 3).

**Tabela 2** Correlação entre variáveis morfométricas e massa corporal de duas amostragens de tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* submetidas à reversão sexual em um tratamento a 25°C durante 112 e 131 dias por temperatura. CTT: comprimento total, CPT: comprimento padrão

Dias após eclosão	112			131		
	Massa corporal	TL	SL	Massa corporal	TL	SL
Massa corporal	1,00	0,96	0,94	1,00	0,96	0,97
CTT	0,96	1,00	0,97	0,96	1,00	0,99
CPT	0,94	0,97	1,00	0,97	0,99	1,00

**Tabela 3** Correlação entre variáveis morfométricas e massa corporal de duas amostragens de tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* submetidas à reversão sexual em um tratamento a 35°C durante 71 e 92 dias por temperatura. CTT: comprimento total, CPT: comprimento padrão

Dias após eclosão	71			92		
	Massa corporal	TL	SL	Massa corporal	TL	SL
Massa corporal	1,00	0,92*	0,94*	1,00	0,95*	0,94*
CTT	0,92*	1,00	0,97*	0,95*	1,00	0,92*
CPT	0,94*	0,97*	1,00	0,94*	0,92*	1,00

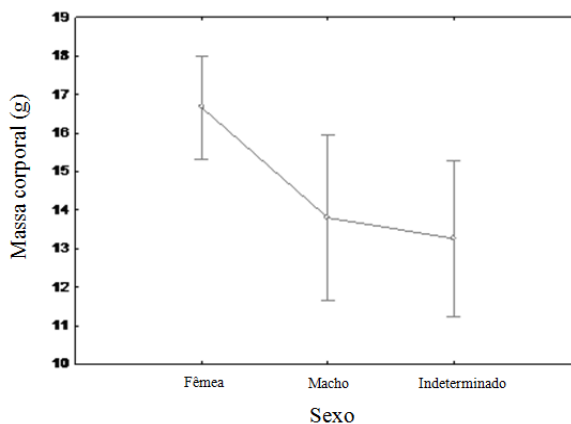
\*p<0,05



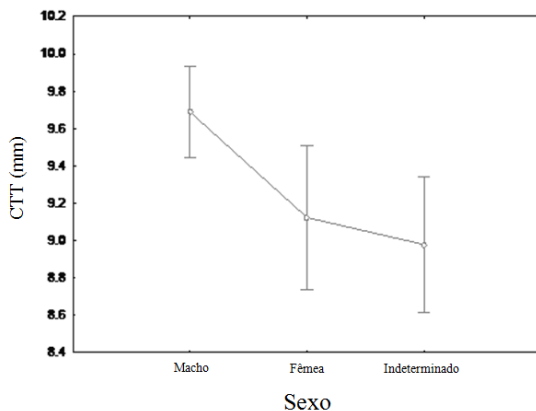
## Relação das medidas morfométricas e da massa corporal com o sexo dos peixes

Na primeira (71 dias após a eclosão) e na segunda coleta (92 dias após a eclosão) de peixes realizada no tratamento T35, não houve diferença significativa entre as três medidas para ambos os sexos e para os indivíduos indeterminados ( $df=2,42$ ;  $F= 0,5$  e  $df=2,68$ ;  $F= 0,8$ ; ambos  $p>0,05$ ).

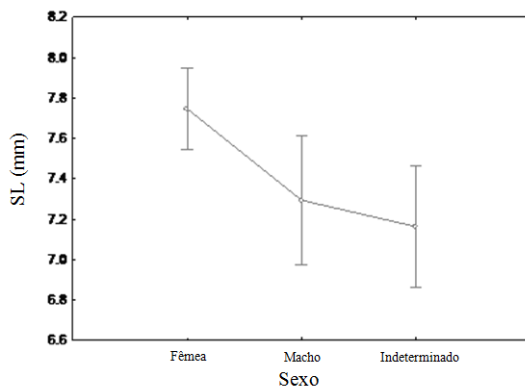
Na primeira coleta de peixes realizada no tratamento T25 (112 dias após a eclosão), não houve diferença significativa entre as medidas para ambos os sexos e para os indivíduos indeterminados ( $df=2,64$ ;  $F=1,2$ ;  $p>0,05$ ). Na segunda coleta de peixes no mesmo tratamento (131 dias após a eclosão), encontrou-se uma diferença estatisticamente significativa entre as medidas e massa corporal apresentadas por machos e as apresentadas por indivíduos indeterminados, sendo as medidas e a massa corporal maiores em machos do que nos demais, isto é, nas fêmeas e nos indeterminados ( $df=2,76$ ;  $F=2,3$ ;  $p<0,05$ ). Dessa forma, as medidas de massa corporal não apresentaram diferenças significativas entre macho e fêmeas (Tukey's HSD test:  $P= 0,07$ ; Figura 2), mas foram maiores em machos do que em indeterminados (Tukey's HSD test:  $P < 0,05$ ; Figura 2). Ainda, as medidas de CTT e CPT foram maiores em machos do que em fêmeas e indeterminados (Tukey's HSD test:  $P < 0,05$  para ambas as medidas em fêmeas e indeterminados; Figura 3 e Figura 4).



**Figura 2** Média da massa corporal ( $\pm$  erro padrão) por sexo e animais indeterminados de duas amostragens de tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* submetidas à reversão sexual em um tratamento a 25°C. Primeira coleta (112 dias após eclosão).



**Figura 3** Média de comprimento total ( $\pm$  erro padrão) por sexo e animais indeterminados de duas amostragens de tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* submetidas à reversão sexual em um tratamento a 25°C. Primeira coleta (112 após eclosão).



**Figure 4** Média de comprimento padrão ( $\pm$  erro padrão) por sexo e animais indeterminados de duas amostragens de tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* submetidas à reversão sexual em um tratamento a 25°C. Primeira coleta (112 após eclosão).

Os peixes amostrados no tratamento T35 apresentaram menor mortalidade, o que sugere que as tilápias são sensíveis a temperaturas mais baixas. Isso condiz com o fato de a linhagem *Supreme* ter sido desenvolvida para climas tropicais, crescendo e adaptando-se melhor

em temperaturas elevadas. Ainda, segundo Kubitzka (2000), sem especificar linhagens, a faixa de temperatura para maximizar o crescimento em tilápia situa-se entre 27°C e 32 °C.

Diversos estudos sugerem que diferenças na mortalidade a diferentes temperaturas estão relacionadas com a origem do animal e a capacidade de adaptação dos peixes no diferentes ambientes (BEZAULT *et al.*, 2007; CONOVER; KYNARD, 1981; BAROILLER; D'COTTA, 2001; DEVLIN; NAGAHAMA, 2002). Os resultados do presente estudo para a taxa de mortalidade estão dentro do esperado segundo dados encontrados por Borges *et al.* (2005), que estudando a linhagem *Chitralada* detectou menor mortalidade no tratamento com temperatura mais alta (35°C), o que indica novamente que os peixes estão melhor adaptados a uma temperatura mais elevada do que à temperatura controle (27°C).

Quando comparamos as medidas morfométricas nos dois tratamentos e nas diferentes idades de coleta, encontramos uma correlação entre elas, o que demonstra que as variáveis de certa forma estão sendo influenciadas entre si, independente do tratamento.

Ao contrário dos resultados obtidos por Leonhardt e Urbinati (1999), que não encontraram diferença significativa entre as medidas morfométricas e massa corporal em animais revertidos sexualmente com 17 alfa-metiltestosterona, neste estudo foram encontradas tais diferenças em indivíduos com 131 dias após a eclosão no tratamento a 25°C. Dessa forma, fica clara a importância de se analisar as variáveis em momentos distintos.

A partir deste estudo, foi possível identificar a melhor idade para identificação do sexo via histologia. Além disso, neste trabalho foi identificado dimorfismo sexual em tamanho tendo como controle a sexagem gonadal. A partir destes dados, podemos definir que no tratamento é possível a identificação morfológica das gônadas por meio da idade de abate indicada anteriormente. Com isso, sugere-se a realização de mais estudos para verificar os mesmos resultados em outras linhagens e em outras espécies de peixes.

Considerando as duas temperaturas, em média foram obtidos aproximadamente 8% de indivíduos com sexo indeterminado. Esse fato é normal em casos em que os animais sofrem processo incompleto de reversão sexual por temperatura (CARVALHO; FORESTI, 1996; PHELPS; POPMA, 2000).

Os dados obtidos poderão servir para outras pesquisas relacionadas com o melhoramento genético em tilápia. Este estudo confirma as observações de Silva *et al.* (2010), que trabalhou com estimativas de

herdabilidade em massa corporal e medidas de comprimento. Esses caracteres, em grande parte, são controlados por genes com efeito aditivo e é possível obter ganhos genéticos por meio de seleção.

## CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa indicam que a tilápia do Nilo da linhagem *Supreme* nos primeiros estágios de vida apresenta maior sobrevivência quando mantida em temperaturas de 35°C, o que demonstra maior adaptabilidade desta espécie a temperaturas mais elevadas.

A partir dos dados obtidos, se determina que indivíduos da linhagem *Supreme* mantidos em temperaturas de 25°C com idade igual ou superior a 131 dias após a eclosão estão morfologicamente aptos para identificação gonadal, o que é determinante para avaliação de metodologias alternativas ao uso de hormônio na reversão sexual.

## REGISTRO NO COMITÊ DE ÉTICA

Aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas, conforme número do registro no EAEC: 1152.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de auxílio e financiamentos.

## REFERÊNCIAS

BAROILLER, J. F.; D’COTTA, H. Environment and sex determination in farmed fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 130, p. 399–409, 2001.

BEZAULT, E.; CLOTA, F.; DERIVAZ, M.; CHEVASSUS, B.; BAROILLER, J. F. Sex determination and temperature-induced sex differentiation in

three natural populations of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) adapted to extreme temperature conditions. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 272, p. S3-S16, 2007.

BORGES, A. M.; MORETTI, J. O. C.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Production of monosex male populations of Nile Tilapia strain Chitralada. **Brazilian Agricultural Research**, EMBRAPA, v. 40, p. 153-159, 2005.

CARVALHO, E. D.; FORESTI, F. Sex reversal in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, induced 17-alpha-methyltestosterone: sex ratio and histology of the gonads. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 56, p. 249-262, 1996.

CONOVER, D. O.; KYNARD, B. E. Environmental sex determination: interaction of temperature and genotypes in a fish. **Science**, New York, v. 213, p. 577-579, 1981.

CRAIG, J. K.; FOOTE, C. J.; WOOD, C. C. Evidence for temperature-dependent sex determination in sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 53, p. 141-147, 1996.

DEVLIN, R. H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 208, p. 191-364, 2002.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. 3.ed. Jundiaí: Kubitza, 1999.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Acqua Supre Com. Suprim, 2000.

LEONHARDT, J. H.; URBINATI, E. C. Comparative study of growth among males of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, sexed and reversed. **Bulletin of the Institute of Fisheries**, São Paulo, v. 25, p. 19-26, 1999.

MAGERHANS, A.; MÜLLER-BELECKE, A.; HÖRSTGEN-SCHWARK, G. Effect of rearing temperatures post hatching on sex ratios of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 294, p. 25-29, 2009.

OLIVEIRA, P. A.; ALMEIDA, D. B. Avaliação da reversão sexual de alevinos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com o uso de vorozol em estufa. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16, 2008. **Anais...** Disponível em: <[www.ufpel.tche.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA\\_00913.pdf](http://www.ufpel.tche.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA_00913.pdf)>. Acesso em: 02-11-2013.

PANDIAN, T. J.; SHEELA, S. G. Hormonal induction of sex reversal in

fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 138, p. 1-22, 1995.

PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Sex reversal of tilapia. In: COSTA-PIERCE, B. A.; RAKOCY, J. E. **Tilapia aquaculture in the Americas**. II. Louisiana: The World Aquaculture Society, 2000. p. 34-59.

SILVA, R. F.; TORRES, R. A.; RIBEIRO-FILHO, O. P.; SCHIAVETTI, V. L.; PEREIRA, M. M.; BASTOS, R. T.; YAMAKI, M.; SARMENTO, J. L. R. Genetic evaluation of growth of Nile Tilapia in low temperature conditions. **Tropical Animal Production**, United Kingdom, v. 28, n. 3, p. 395-401, 2010.

TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; VALLE, J. B.; SIQUEIRA, M. R. Performance of different strains of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during sex reversal. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 305-311, 2004.

TAVARES, L. H. S. Limnologia aplicada à aquicultura. Jaboticabal: Finep, 1995.

TESSEMA, M.; MÜLLER-BELECKE, A.; HÖRSTGEN-SCHWARK, G. Effect of rearing temperatures on the sex-ratios of *Oreochromis niloticus* populations. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 258, p. 270-277, 2006.

TURRA, E. M.; OLIVEIRA, D. A. A.; TEIXEIRA, E. A.; LUZ, R. K.; PRADO, A. S.; MELO, D. C.; FARIA, P. M. C.; SOUSA, A. B. Reproductive control in the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) through manipulation and chromosomal sex. **Brazilian Journal of Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 34, p. 21-28, 2010.