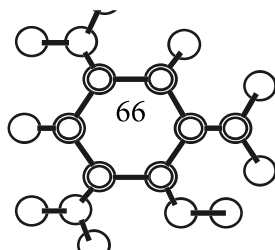
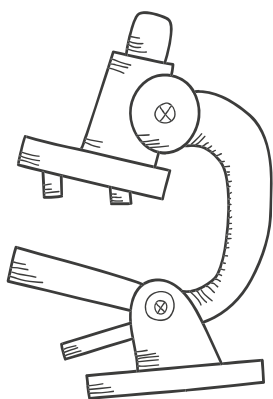


# Capítulo

# 5

## MASCULINIZAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO, OREOCHROMIS NILOTICUS, LINHAGEM CHITRALADA, POR MEIO DO CONTROLE DA TEMPERATURA DA ÁGUA

---



# MASCULINIZAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO, OREOCHROMIS NILOTICUS, LINHAGEM CHITRALADA, POR MEIO DO CONTROLE DA TEMPERATURA DA ÁGUA

## MASCULINIZATION OF NILE TILAPIA, OREOCHROMIS NILOTICUS, CHITRALADA STRAIN, THROUGH WATER TEMPERATURE CONTROL

Suzane Christina Varela Das Neves<sup>1</sup>

Kamilla Lourenço Xavier<sup>2</sup>

Rebeca Ferreira Lemos Vasconcelos<sup>3</sup>

Athiê Jorge Guerra Santos<sup>4</sup>

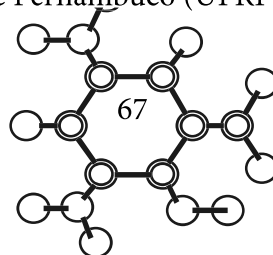
**Resumo:** O presente trabalho objetivou investigar o efeito da temperatura à 35°C, porém logo após a eclosão das larvas, sobre a eficiência da reversão sexual. Para isso utilizou dois tratamentos (Grupo I. Tratamento Térmico; Grupo II. Controle). As gônadas dos peixes foram analisadas microscopicamente quanto ao sexo, 30 dias após o tratamento térmico. A proporção de macho com o tratamento térmico foi de 82,66 e de 42,10% no grupo controle. Foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0.0001$ ) entre os grupos, tanto para peso como para comprimento total. Não se observou animais interssexo, sendo detectadas diferenças significativas na proporção sexual, o que indica a presença da característica “termo-sensibilidade” na espécie estudada. Conclui-se que uma alta temperatura durante a fase inicial de pós larva pode induzir proles monossexo machos com índice acima de 80%, o que se traduz como sendo ótima alternativa à reversão sexual da tilápia por meio de hormônios

1 Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

2 Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

3 Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA)

4 Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)



androgênicos.

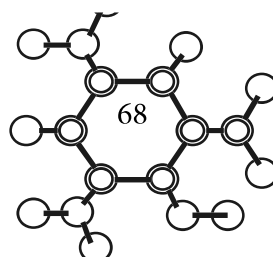
**Palavras - chave:** Proporção sexual. Piscicultura. Reversão sexual. Johei Koike.

**Abstract:** This study aimed to investigate the effect of temperature at 35 ° C, but soon after hatching of the larvae, on the effectiveness of sex reversal. For this used two treatments (Group I. Heat Treatment; Group II. Control). The gonads of the fish were examined microscopically for the sex ratio thirty days after water heat treatment. The male ratio was 82.66 and 42.10% for the Group I and II, respectively. Significant differences were found ( $p < 0.0001$ ) between the groups, for both body weight and total body length. Intersex fish was not detected. Significant difference was found in sex ratio, indicating the presence of a “thermo-sensitivity” feature in the species. It was conclude that the application of a high temperature during the initial phase of post larvae can induce offspring monosex males, with a ratio over 80%, which means a potential alternative to the sex reversal of tilapia by means of androgenic hormones.

**Keywords:** Sex ratio, Fishculture. Sexual reversion. Johei Koike.

## **Introdução**

A tilápia *Oreochromis niloticus*, tem sido intensamente utilizada na piscicultura mundial e atualmente está entre as espécies mais cultivadas em regiões tropicais. Apresenta uma grande amplitude de ótimas qualidades para a produção piscícola comercial, tais como: curto ciclo de produção, rápido crescimento, rusticidade, resistência a baixos teores de oxigênio dissolvido, resistência ao manejo e às doenças. Alimenta-se tanto do alimento natural de rações balanceadas comerciais. Possui ótima qualidade de carne, não apresenta mioespinhas, de fácil filetagem e de industrialização de sua

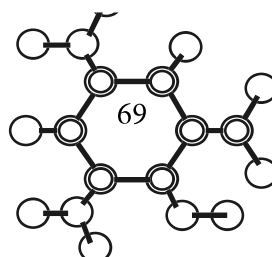


carcaça, além de ser bem aceito no mercado consumidor. A estas características soma-se ainda a grande disponibilidade de alevinos durante todo o ano, em especial nas regiões mais quentes do país (BOSCOLO et al., 2001).

Embora a tilápia nilótica tenha excelentes características para a sua criação em cativeiro, possui alta capacidade de reprodução, maturidade sexual precoce, fecundidade relativamente elevada, o que gera forte entrave à produção comercial, por causa da superpopulação que prejudica a taxa de crescimento dos indivíduos, em especial quando criada em viveiros de terra (POPMA e GREEN, 1990; BORGES, 2002).

Neste sentido, várias pesquisas têm sido realizadas visando desenvolver técnicas de prevenção de desovas de tilápias. A prática mais utilizada é a criação de populações monossexo de machos, uma vez que estes apresentam melhor desempenho zootécnico que as fêmeas (PHELPS e POPMA, 2000; HERBST, 2002). Para o controle da superpopulação, alguns métodos são empregados, como a sexagem, hibridação (WOLFARTH e HULATA, 1981), poliploidia (DIAZ, 1994), ginogênese e androgênese (THORGAARD, 1983), altas temperaturas (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2006a) e a reversão por meio de hormônios masculinizantes (POPMA e GREEN, 1990), tanto na ração como em banhos de imersão (GALÉ et al., 1999). Para a técnica de reversão sexual da tilápia, têm-se utilizado diversos tipos de hormônios, mas o que vem proporcionando ótimos resultados é o 17- $\alpha$ -metiltestosterona (17 $\alpha$ -MT), conforme (ROTHBARD et al. 1990) e (GUERRERO III e GUERRERO 1997). Tal modelo de produção tem se deparado com barreiras tanto na área ambiental quanto no âmbito social-econômico.

Apesar de ter estudos específicos mostrando que os tecidos dos peixes tratados com andrógenos não apresentam resíduos hormonais (ROTHBARD et al.,1990; CURTIS et al., 1991), ainda assim existem as preocupações quanto à sua liberação no ambiente e à reação de consumidores mais exigentes (BEARDMORE et al., 2001; KARAYÜCEL et al., 2003). Estas preocupações têm levado a busca de alternativas que reduzam o impacto ambiental, que mantenha uma boa eficiência de reversão e que não onere os custos de produção (PANDIAN e SHEELA, 1995; BARAS et al., 2001).



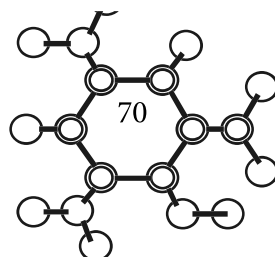
## *Estudos em Ciências*

Relata-se que algumas espécies de tilápias podem ser fenotipicamente masculinizadas por meio de aumento de temperatura. Estudos recentes em tilápia do Nilo demonstraram que as altas temperaturas da água podem causar efeitos semelhantes aos provocados pelos hormônios esteróides na reversão sexual, com variações significantes nas proporções entre macho e fêmea de acordo com a termo-sensibilidade das linhagens e famílias dos peixes estudados (BAROILLER et al., 1995; ABUCAY et al., 1999; BARAS et al., 2001; ALTENA e HÖST-SCHWARK, 2002; MÜLLER-BELECKE et al., 2003). Assim, as gônadas parecem apresentar sensibilidade à alteração de temperatura da mesma forma em que apresentam sensibilidade ao tratamento hormonal. Essa coincidência de períodos sensíveis à temperatura e aos hormônios pode resultar de mecanismos semelhantes, em que a temperatura influencia o mecanismo de ação da enzima aromatase, que catalisa a transformação de andrógenos para estrógenos (BAROILLER e D’COTTA, 2001; D’COTTA et al., 2001). No Brasil, informações sobre o efeito da temperatura da água na reversão sexual da tilápia é bastante escassa. Baras et al. 2001 indicam novos rumos para a realização de pesquisas futuras: a seleção de reprodutores e linhagens com maior termo-sensibilidade; o teste das características de termo-sensibilidade, associadas com a sobrevivência das progênes; e a avaliação do período de termo-sensibilidade, procurando obter a masculinização com períodos mais curtos de exposições a altas temperaturas. Observa-se, portanto que a técnica de masculinização da tilápia por meio de aumento de temperatura da água ainda não está totalmente exaurida, com amplo campo experimental a ser explorado.

O presente trabalho, portanto, investiga a masculinização da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*, linhagem Chitralada) por meio do aumento gradativo da temperatura da água, logo após o consumo do saco vitelínico.

### **Material e Métodos**

A investigação foi conduzida no Biotério de Fisiocologia de Animais Aquáticos e biotério



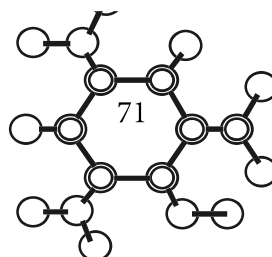
## *Estudos em Ciências*

da Estação de Aquicultura/DEPAq/UFRPE. O período experimental foi entre os meses de Janeiro e Maio, sendo o primeiro mês de preparação das estruturas e não foram realizadas repetições. Machos e fêmeas de tilápia foram criadas em tanques externos de alvenaria de 30 m<sup>2</sup>, pertencentes à referida Estação. O sistema de reprodução aleatório com coleta de ovos a partir boca de uma só fêmea. Os ovos em incubação eram removidos e transferidos para incubadoras de fibra de vidro, tipo vertical com fluxo de água ascendente, com capacidade para 60 litros. As incubadoras eram acopladas a um sistema fechado de circulação de água (vazão média de 4,4 L/min), provido de filtro mecânico e aeração contínua.

Após consumo quase total do saco vitelínico, que aconteceu em torno de três dias na incubadora com temperatura média ambiente em torno de 31o C, transferiram-se as pós-larvas para duas caixas d'água de fibra de vidro com capacidade para 1000 L, com renovação de água (sistema aberto) e aeração contínua. O volume útil de água usados na experimentação foi de aproximadamente 300L, com a densidade variando entre 150 e 200 pós-larvas/caixa. No grupo I, a temperatura da água foi elevada gradativamente de 28o para 32oC e em seguida, num espaço de tempo de 24h, para 35°C, por meio de um aquecedor acoplado a um termostato. No Grupo II, a temperatura da água foi ambiente. As pós-larvas receberam alimentação três vezes ao dia, composta de ração pulverizada contendo 45% de proteína bruta. A limpeza do tanque aconteceu diariamente por meio de sifonamento, com reposição do volume d'água perdido. A temperatura e pH da água foram monitoradas durante a experimentação, a qual durou 15 dias.

Após este período, o aquecedor foi desligado e a água mantida em temperatura ambiente. Em seguida, transferiram-se os peixes para dois tanques de alvenaria externo de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>, onde permaneceram por 30 dias, quando afinal foram examinados quanto à reversão sexual. A partir desse momento, os peixes eram alimentados diariamente ad libitum, com reposição da água frequente a fim de evitar grandes blooms de fitoplâncton e depleção de oxigênio.

Para o exame da reversão, amostras de peixes pertencentes a cada grupo foram capturados

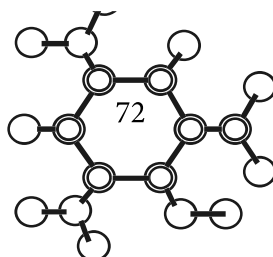


e eutanasiados pelo método atemporal (overtime) em Eugenol a 300 mg/L. Após a mensuração dos peixes em peso e comprimento, realizou-se uma incisão na sua parte ventral para limpeza visceral e extração das gônadas, as quais foram imediatamente observadas ao microscópio óptico para a determinação ao sexo. As estruturas das gônadas foram identificadas com um aumento de 40 vezes, sem nenhum tipo de corante e foram fotografadas a partir da ocular adaptando-se nela a câmera de um Smartphone, modelo Iphone 5.

O índice de reversão sexual foi calculado por meio da estatística descritiva, em planilhas eletrônicas do Excel. Os demais resultados foram tratados através do teste de Kolmogorov-Smirnov para normalidade, teste de Cochran para homogeneidade, e em seguida, análise de variância – ANOVA. Quando necessário, os dados foram transformados. Diferenças significativas entre médias ( $p < 0,05$ ) foram testadas pelo teste de Tukey. Foi utilizado o programa estatístico BioEstat 5.3.

## **Resultados e Discussão**

O comprimento médio das pós-larvas no início da investigação e o comprimento total dos peixes após passarem pelo tratamento térmico (Grupo I) e do controle (Grupo II) encontram-se na Tabela 1. Ao final do tratamento térmico observou-se diferença no comprimento total dos peixes entre os grupos. (Baras et al., 2001) afirmam que a exposição de larvas de tilápia do Nilo à temperaturas que proporcionam a inversão de sexo para macho pode diminuir significativamente as taxas de crescimento, quando comparadas com temperaturas normais de cultivo. As tilápias podem reduzir o consumo de ração ou mesmo cessar a alimentação, quando estão fora da faixa de conforto térmico para a espécie (SCHMITTOU, 1993). Conforme está indicado na Tabela 2, houve pouca flutuação de temperatura no Grupo I, indicando um bom funcionamento do sistema aquecedor/termostato. Nesta fase experimental detectou-se diferença significativa (nível 0,05) entre os grupo, quanto às variáveis temperaturas e pH, não acontecendo o mesmo na fase seguinte, quando os peixes estavam em cres-

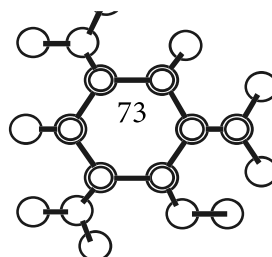


cimento para a identificação sexual (Tabelas 3). Não foi observado nenhum sinal físico dos peixes boqueando na superfície d'água ou outros sinais característicos de depleção de oxigênio nos tanques experimentais durante toda a investigação. Exceto a variável temperatura do grupo experimental I, as demais variáveis de qualidade da água mostraram-se dentro do padrão considerado normal à criação de peixes. (TAVARES, 1995; BOYD, 1990; POPMA e LOVSHIN 1995).

Após 30 dias de cultivo em tanques externos, os alevinos (peixes) apresentavam tamanho ideal para a identificação do sexo por meio de visualização das gônadas ao microscópio óptico, sem emprego de quaisquer corantes (Tabela 4). Observou-se uma diferença significativa de peso e comprimento entre os grupos, possivelmente devido ao adensamento final dos peixes encontrado dentro dos tanques, que foi bem menor no grupo controle (Grupo II). Ressalta-se que uma análise comparativa de crescimento dos peixes nesta fase não foi objeto a ser considerado no presente estudo, senão aquele de obter o tamanho adequado à observação das gônadas e à identificação exata dos sexos ao microscópio óptico.

As proporções sexuais obtidas no presente trabalho estão indicadas na Tabela 5. A maior proporção de peixes machos foram encontradas no grupo sob o tratamento térmico, indicando que temperaturas próximas a 35o C induz eficazmente a reversão sexual da tilápia, linhagem Chitralada, e que a faixa da sua sensibilidade térmica pode iniciar imediatamente, logo após do consumo do saco vitelínico. A análise das gônadas frescas ao microscópio óptico apresentadas na Figura 1 mostra claramente a diferença entre o testículo e o ovário. No macho, a superfície gonadal é lisa e esbranquiçada (Figura 1A), enquanto que o ovário apresenta estruturas ovóides evidenciando sobremaneira a presença de oócitos no seu interior, ressaltando a desnecessidade do uso de qualquer corante nesse tipo de análise (Figura 1B). Neste estudo, não foram identificados gônadas interssexo, onde retratam uma característica de células ovarianas e testiculares ao mesmo tempo.

Sob a mesma faixa de temperatura usada na presente investigação, outras pesquisas indicam consideráveis índices de reversão sexual na tilápia Chitralada; tais como proporções em torno de 70,0

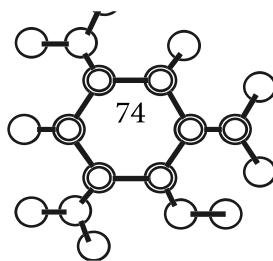




% (BORGES, 2004). Outros resultados têm fornecido claras evidências do efeito da temperatura da água na proporção sexual em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, linhagem tailandesa Chitralada e em outras variedades (BAROILLER et al., 1995; ABUCAY et al., 1999; BARAS et al., 2001; AL-TENA e HÖRST-SCHWARK, 2002; KARAYÜCEL et al., 2003; MÜLLER-BELECKE et al., 2003). Segundo Baroiller et al., 1995), as linhagens Chitralada e Boauké são mencionadas como possuidoras de maior sensibilidade aos tratamentos com temperatura. BORGES et al. (2005) postularam que essas duas linhagens representam as melhores opções para o desenvolvimento da tecnologia de produção de populações monossexo macho por meio da temperatura.

Segundo ABUCAY et al. (1999), o aumento na proporção de indivíduos machos observado em larvas de tilápia do Nilo submetidas à temperatura alta deve-se provavelmente a um efeito sobre a estrutura ou a ação de um ou mais hormônios endógenos que agem na diferenciação sexual. Tem-se relatado, também, que a razão sexual de progênes de diferentes reprodutores, que foram submetidas à reversão sexual na temperatura de 35°C, variou entre 51 a 90% (ABUCAY et al. 1999 e BARAS, JACOBS e MÉLARD, 2001).

No presente trabalho, a prole utilizada tanto no tratamento térmico como no grupo controle originou-se de uma única fêmea. O tratamento térmico deu-se início logo após o consumo do saco vitelínico, que aconteceu parcialmente com apenas três dias depois da eclosão, provavelmente devido a uma alta temperatura na incubadora, que foi em torno de 31oC, e totalmente consumido no seu quinto dia: dois dias após as larvas terem sido transferidas para a caixa, onde se deu o tratamento térmico. A sensibilidade da tilápia nilótica à reversão sexual por meio de banhos com 17 $\alpha$  Metiltestosterona foi investigada em diferentes períodos após a eclosão (BOMBARDELLI et al 2007). Os resultados de masculinização evidenciaram relação quadrática entre a idade e as taxas de masculinização, de modo que os melhores resultados foram obtidos aos 23,30 DPE (dias pós-eclosão) com 73,02% de machos. BORGES (2004) obteve considerável índice de reversão sexual com tratamento térmico, utilizando tilápias com 10 dias após eclosão. Assim como dentre os muitos fatores, tais como o tipo de prole,



intensidade de calor, tempo de exposição à alta temperatura, dentre outros fatores, a sensibilidade térmica envolvida na reversão sexual da tilápia parece variar também de acordo com o início do tratamento nas fases ontogênicas que seguem a eclosão das larvas, levando a acreditar que quanto mais cedo for aplicado o tratamento maior é a sensibilidade térmica, uma vez que o índice de reversão obtido no presente estudo foi acima de 80% em peixes tratados com apenas cinco dias após a eclosão, com o saco vitelínico totalmente consumido e com um tamanho médio inicial somente de 8,0 mm.

Assim, tem-se demonstrado que a percentagem de machos na tilápia do Nilo pode ser aumentada por meio de um tratamento simples, (MÜLLER-BELECKE et al., 2003), por submetê-la à alta temperatura da água, logo após o consumo do saco vitelínico.

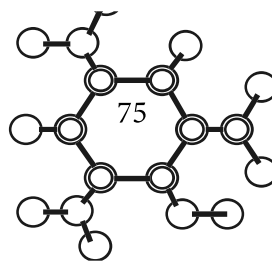
## **Conclusão**

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que proles mono parental da tilápia nilótica, linhagem Chitralada, pode ser revertida sexualmente para macho por meio do controle da temperatura da água e que o índice de masculinização acima de 80% pode ser tecnicamente alcançado com tratamento térmico de 35°C, iniciando logo após o consumo do saco vitelínico e por um período adicional de 15 dias.

## **Referências**

ABUCAY, JOSE. S.; MAIR, GRAHAN. C.; SKIBINSKI, DAVID. O. F.; BEARDMORE, JOHN. A. Environmental sex determination: the effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, v.173, p.219-234, 1999.

ALTENA, ALBERT., HÖRST-SCHWARK, GABRIELE. Effects of rearing temperatures on sex ra-



tios in tilapia, *Oreochromis niloticus* L., investigations on a local population from the lake Victoria in Kenya. In: DEUTSCHER TROPENTAG: Challenges to organic farming and sustainable land use in the tropics and subtropics, Witzzenhausen, 2002. Proceedings... Witzzenhausen, 2002. p.184.

BARAS, ETIENNE.; JACOBS, BRUNO.; MÉLARD, CHALES. Effect of water temperature on survival, growth and phenotypic sex of mixed (XX-XY) progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.192, p.187-199, 2001.

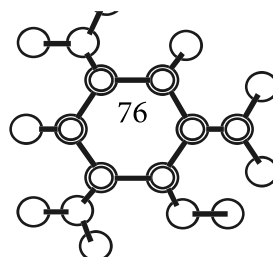
BAROILLER, JEAN-FRANÇOIS.; CHOURROUT, DANIEL.; FOSTIER, ALEXIS.; JALABERT, BERNARD. Temperature and sex chromosomes govern sex-ratios of mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. *Journal of Experimental Zoology*, v.273, p.216-223, 1995.

BAROILLER, JEAN-FRANÇOIS.; D'COTTA, HELENA. Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology, C*, v.130, p.399-409, 2001.

BEARDMORE, JOHN A.; MAIR, GRAHAN C.; LEWIS, R.I. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems and prospects. *Aquaculture*, v.197, p.283-301, 2001.

BOMBARDELLI, ROBIE ALLAN.; SANCHES, EDUARDO ANTÔNIO; PINTO, DONAVAN FELIPE HENRIQUE; MARCOS, RONAN MACIEL; BARBERO, LEANDRO. Idade de maior sensibilidade de tilápias-do-nilo aos tratamentos de masculinização por banhos de imersão. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.1, p.1-6, 2007.

BORGES, ALDAMIR MORAIS. Efeito da temperatura da água na produção de populações monosexu de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem chitralada. Brasília, DF: Dissertação,



2004.

BORGES, ALDAMIR MORAIS. Piscicultura. Brasília, DF: Emater, 2002.

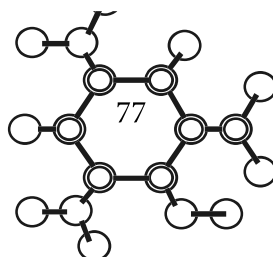
BORGES, ADALMYR MORAIS. Efeitos da temperatura sobre o desenvolvimento e reversão sexual de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), variedade Chitralada. In: AQUACIENCIA 2006a. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. Efeitos da temperatura sobre o desenvolvimento e reversão sexual de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), variedade Chitralada. CD-ROOM

BOSCOLO, WILSON ROGÉRIO.; HAYASHI, CARMINO; SOARES, CLAUDEMIR MARTINS; FURUYA, WILSON MASSAMITU.; MEURER, FÁBIO. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa v. 30, n.5, p. 1391-1396, 2001.

BOYD, CLAUDE. E. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station, 1990

CURTIS, LAWRENCE. R.; DIREN, FUSUN. T.; HURLEY, MICHAEL D.; SEIM, WAYNE. K.; TUBB, RICHARD. A. Disposition and elimination of 17  $\alpha$ -methyltestosterone in Nile tilapia. Aquaculture, v. 99, n. 1-2, p. 193-201, 1991

D'COTTA, HELENA.; FOSTIER, ALEXIS; GUIGUEN, YANN.; GOVOROUN, MARINA; BAROILLER, JEAN-FRANÇOIS. Aromatase plays a key role during normal and temperature-induced sex differentiation of tilapia *Oreochromis niloticus*. Molecular Reproduction and Development, v.59, p.265-276, 2001.



DIAZ, M. Análisis de viabilidad y crecimiento hasta El levante de triploides y diploides de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Linné). Boletim do INPA, v. 2, n. 1, p. 3345, 1994.

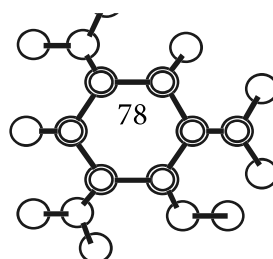
GALE, WILLAM .L.; FITZPATRICK, MARTIN S.; LUCERO, MICHAEL; CONTRERAS-SANCHES, WILFRIDO M.; SCHECK, CARL B. Masculization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. *Aquaculture*, v.178, p.349-357, 1999.

GUERRERO III, RAFAEL DINERO. GUERRERO, LUZVIMINDA A. Effects of Androstenedione and methyltestosterone on *Oreochromis niloticus* Fry treated for sex reversal in outdoor Net Enclosure. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 4., 1997, Orlando. Proceedings... v.12, n. 1, 1997, p.772-777. 1997.

HERBST, ERIC CHRISTOPHER. Induction of tetraploidy in zebrafish danio rerio and nile tilapia *Oreochromis niloticus*. 2002. 127f. Thesis (MSc) - University of North Carolina at Charlotte, NC, 2002.

KARAYÜCEL, ISMIHAN.; PENMAN, DAVID.; KARAYÜCEL, SEDAT.; McANDREW, B. Thermal and hormonal feminization of all male YY Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, v. 55, n. 2, p. 114-122, 2003.

MÜLLER-BELECKE, ANDREAS.; LEMMA, MISIKIRE TESSEMA.; HÖRST-SCHWARK, GABRIELE. The effect of fry rearing temperatures on sex ratios in Nile tilapia – interactions between genotype and temperature. In: DEUTSCHER TROPENTAG: Technological and institutional inno-



vations for sustainable rural development, Göttingen, 2003. Proceedings... Göttingen, 2003. p.156.

PANDIAN, THAVAMANI JEGAJOTHIVEL; SHEELA, SUNDARAM GNANAPACKIAM. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*, v. 138, n. 1, p. 1-22, 1995.

PHELPS, RONALD. P.; POPMA, THOMAS. J. Sex Reversal of Tilapia. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J. E. (eds.). *Tilapia Aquaculture in the Americas*, v.2. Louisiana: The World Aquaculture Society, 2000. p.34-59.

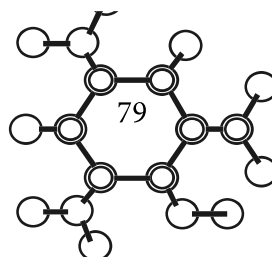
POPMA, THOMAS. J.; GREEN, BARTHLOMEW. W. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. In: *Aquacultural Production Manual*. Flórida: Universitu Aurburn, 1990. 52 p.

ROTHBARD, S.; ZOHAR, Y.; ZMORA, NILLI.; LEVAVI-SIVAN, BERTA.; MOAV, B.; YARON, Z. Clearance of 17  $\alpha$ -ethynyltestosterone from muscle of sex-inversed tilapia hybrids treated for growth enhancement with two doses of the androgen. *Aquaculture*, v. 89, n. 3-4, p. 365-376, 1990.

SCHMITTOU, H. R. High density fish culture in low volume cages. Singapore: American Soybean Association, 1993.

TAVARES, LÚCIA HELENA SIPAÚBA *Limnologia aplicada à aquíicultura*. Jaboticabal: FINEP, 1995. 70p.

THORGAARD, GARY. H. Chromosome set manipulation and sex control in fish. In: HOAR, W. W.; RANDALL, D. J.; DONALDSON, E. M. (Ed.). *Fish physiology*. New York: Academic Press, 1983. v. 9, part B, p. 405-428



WOHLFARTH, GIORA. W.; HULARA, GIDEON. I. Applied genetics of tilapias. Manila: ICLARM Studies and Reviews, 1981. v. 6.

