

**PROGRAMA PARA REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO
PELA REVERSÃO SEXUAL EM TILÁPIAS
(*Oreochromis niloticus*).**

PET Agronomia &
PET Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Lavras UFLA/MG

1 RESUMO

Espera-se que a temperatura aliada à utilização de menores doses de hormônios seja eficiente na inversão sexual de tilápias para obtenção de populações monosexo macho. Visando reduzir o impacto ambiental que o uso indiscriminado de hormônios provoca nas criações e nos mananciais naturais.

Serão utilizados lotes de pós – larvas de tilápias submetidos a uma determinada temperatura (26, 28, 30 e 32 °C) onde será alterado a dose do hormônio 17 alfa – metil testosterona colocado na ração (0;20;40 e 60 mg/kg de ração) que será ofertada 6 vezes ao dia durante 30 dias.

2 INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), embora sendo uma espécie introduzida, é sem dúvida uma das principais espécies da fauna aquática brasileira com potencial para alicerçar a expansão da piscicultura industrial. Atualmente, é uma das espécies mais cultivadas em sistemas de produção semi-intensivo e intensivo em todo o mundo. Trata-se de um peixe com grande capacidade de adaptação, elevada resistência a doenças, atingindo peso comercial em pequeno intervalo

de tempo, além da alta qualidade de sua carne e também por apresentar elevada aceitação no mercado consumidor (Souza, 2001).

Acredita-se que a produção mundial de alimentos por métodos tradicionais esteja próxima do seu ponto máximo, existindo assim, a necessidade de idealizar novas formas de produção de alimento para o homem. A criação de animais aquáticos tem recebido considerável atenção dos setores públicos e privados como um novo “agro-business” capaz de diversificar a economia agrícola e pesqueira de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

A técnica de reversão sexual permite que o criador consiga ter, nos seus tanques, exemplares de apenas um sexo, preferencialmente o sexo que apresenta melhor taxa crescimento. As tilápias apresentam alta fertilidade e se reproduzem em cativeiro várias vezes por ano, antes mesmo de atingirem o tamanho comercial. Os machos, desta espécie, apresentam maior ganho de peso e melhor conversão alimentar quando comparado com as fêmeas e, desta forma, a aplicação da técnica de reversão sexual se torna necessária para o aumento da produção de machos e conseqüentemente aumento da rentabilidade.

Dentre as técnicas utilizadas para reversão sexual em tilápias, a mais difundida no mundo e no Brasil é a utilização de hormônios, principalmente o 17 α -metiltestosterona. Alguns estudos têm demonstrado que, em sistemas de água fechados, os metabólitos ativos excretados pelos peixes tratados, ou ainda os restos de alimentos não ingeridos, podem levar a reversão em peixes de gaiolas adjacentes não tratadas. Em sistemas abertos poucos estudos têm sido realizados com objetivo de determinar a contaminação dos mananciais causada com a aplicação desta técnica.

É importante a definição de um protocolo de reversão sexual, em tilápias, com uso de hormônios, que aliado a outras técnicas possa promover uma maximização na obtenção de animais monosexo sem, entretanto, promover uma grande formação de resíduos metabólitos no ambiente.

3 OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é comparar a técnica de reversão sexual utilizando hormônios com outras técnicas alternativas, tais como modificação da temperatura de estocagem das larvas de tilápia nilótica e suplementação da ração com vitamina C, visando diminuir o impacto que o uso de hormônios possa causar no ambiente em que se alojam os animais.

Os objetivos específicos incluem:

- A avaliação de diferentes doses de hormônios sobre a taxa de reversão sexual dos peixes, associadas a temperaturas diferentes, para se estabelecer o valor mínimo da dose a ser utilizada de acordo com a temperatura;

- Avaliar a utilização da dose mínima de hormônio dependente da temperatura associada à suplementação com vitamina C, visando observar alterações na taxa de mortalidade das larvas revertidas;

- Avaliar histologicamente as modificações que ocorrem, ao longo do tempo, nas gônadas das larvas em processo de reversão, para estabelecer o tempo mínimo necessário da utilização do hormônio para que ocorra a efetivação da reversão sexual das larvas de tilápia.

4 JUSTIFICATIVA

A execução deste experimento se justifica no sentido de se obter resultados concretos na utilização conjunta de diferentes técnicas de reversão sexual em tilápias, para que o produtor obtenha nos seus tanques apenas exemplares machos que apresentam maior crescimento, aumentando assim a sua produtividade.

A obtenção destes resultados permitirá a execução de uma reprodução mais eficiente e controlada nos sistemas de criação, visando reduzir o impacto ambiental que o uso indiscriminado de hormônios provoca nas criações e conseqüentemente nos mananciais naturais, onde são lançadas as águas utilizadas nos criatórios de peixes.

Os resultados deste experimento também visam estabelecer as dosagens hormonais mínimas, a serem utilizadas, de acordo com a temperatura da água, o tempo necessário na sua utilização, e a eficácia da associação do uso da vitamina C na diminuição da mortalidade de larvas revertidas, padronizando assim as técnicas de reversão sexual em tilápias, em especial *O. niloticus* e seus híbridos, por serem as mais comuns no Brasil.

5 HIPÓTESES

Poderão existir diferenças entre as doses hormonais ideais para a reversão sexual de tilápia de acordo com a temperatura da água de manutenção das larvas.

Poderá existir diferença na taxa de mortalidade das larvas revertidas quando associado o uso de vitamina C na ração das mesmas.

Poderá existir diferença no desenvolvimento gonadal das larvas machos de tilápia para o desenvolvimento gonadal de larvas fêmeas de tilápia revertidas para macho.

6 METAS

Pretende-se com esta pesquisa estabelecer a utilização de doses menores de hormônios e o tempo mínimo de aplicação destas doses, associado a menor mortalidade das larvas, para a obtenção de uma excelente taxa de reversão sexual de tilápias, propiciando assim uma grande produtividade de peixes com menor impacto ambiental nos mananciais aquáticos.

7 MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 LOCAL DE EXECUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Este trabalho será realizado nas dependências da Piscicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situada na cidade de Lavras no estado de Minas Gerais. O processamento histológico bem como as análises, serão realizados no Setor de Morfologia do Departamento de Medicina Veterinária / UFLA.

7.2 ANIMAIS

Serão utilizadas nos experimentos pós-larvas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) obtidas de reprodutores de tilápia do Nilo da linhagem tailandesa, logo após a eclosão dos ovos.

Os lotes de pós-larvas de tilápia obtidos serão alojadas em um hapa, instalado dentro de uma caixa d'água circular de 1000 litros, até o início dos experimentos. As caixas d'águas serão equipadas com sistemas de abastecimento e escoamento de água individualizados.

Para o 1º experimento, serão necessários quatro hapas contendo 2.400 pós-larvas/hapa. Sete dias após a eclosão, as pós-larvas de cada hapa serão contadas e separadas ao acaso em 12 lotes contendo 200 pós-larvas cada, para receberem os tratamentos, sendo estocadas em bacias plásticas. As bacias plásticas terão o mesmo tamanho e cor, contendo o mesmo volume de água.

Para o 2º experimento, serão necessários quatro hapas contendo 1.200 pós-larvas/hapa. Sete dias após a eclosão, as pós-larvas de cada hapa serão contadas e separadas ao acaso em 6 lotes contendo 200 pós-larvas cada para receberem os tratamentos, sendo estocadas em bacias plásticas. As bacias plásticas terão o mesmo tamanho e cor, contendo o mesmo volume de água.

7.3 PERÍODO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos serão realizados em dois períodos:

Experimento 1 - outubro de 2005 a março de 2006

Experimento 2 – abril a setembro de 2006

7.4 EXPERIMENTOS

Para atender os objetivos propostos serão realizados 2 experimentos que serão detalhados a seguir:

EXPERIMENTO 1: Determinação da dosagem mínima do hormônio 17-a metiltestosterona capaz de promover uma maior taxa de reversão sexual de tilápias de acordo com a temperatura da água.

As pós-larvas de tilápia serão divididas em 4 grupos onde cada grupo será submetido a uma determinada temperatura (26º, 28º, 30º e 32º). Cada grupo será subdividido em 4 subgrupos onde será alterado a dose do hormônio 17-a metiltestosterona colocado na ração (0, 20, 40 e 60mg de hormônio/Kg de ração). Para cada subgrupo haverá 3 repetições. Cada subgrupo experimental constará de 200 pós-larvas.

Os tratamentos terão início sete dias após eclosão das larvas.

A ração será ofertada (10% do peso vivo) 4 vezes ao dia, na forma farelada, após verificação da temperatura da água, que deverá ser mantida constante de acordo com cada tratamento.

Após o início do tratamento, a cada 5 dias serão coletadas 20 larvas de tilápia de cada tratamento, para análise histológica das gônadas, para constatação do grau de evolução da reversão sexual.

Após 40 dias de tratamento, os alevinos restantes serão transferidos das bacias para tanques de terra, onde permanecerão até atingir o tamanho corporal desejado. Após este tempo todos os animais serão sacrificados.

Para verificação da efetividade da reversão sexual, serão utilizadas técnicas histológicas realizadas no setor de Morfologia do Departamento de Medicina Veterinária (DMV) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

EXPERIMENTO 2: Determinação da taxa de sobrevivência das pós-larvas de tilápia através da suplementação da ração com vitamina C.

As pós-larvas de tilápia serão divididas em 4 lotes onde cada um será submetido a uma determinada temperatura (26º, 28º, 30º e 32º) e

alimentada com ração contendo a melhor dose do hormônio 17- α -metiltestosterona para reversão sexual, obtida no experimento 1. Cada grupo será subdividido receberá dois tratamentos, onde um deles receberá 685mg de vitamina C na ração e o outro será o grupo controle sem adição de vitamina C. Para cada tratamento haverão 3 repetições. Cada grupo experimental constará de 200 pós-larvas.

Os tratamentos terão início sete dias após eclosão das larvas.

Após 40 dias de tratamento, os alevinos serão transferidos das bacias para tanques de terra, onde permanecerão até atingir o tamanho corporal desejado. Após este tempo, os peixes serão contados para determinar a taxa de sobrevivência e depois todos os animais serão sacrificados para verificar a taxa de reversão sexual.

Para verificação da efetividade da reversão sexual, serão utilizadas técnicas histológicas realizadas no setor de Morfologia do Departamento de Medicina Veterinária (DMV) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

7.5 PROCEDIMENTO PARA ESTUDO HISTOLÓGICO

Os fragmentos das gônadas coletadas serão fixados em líquido de Bouin durante 12 horas à temperatura ambiente. Os fragmentos serão desidratados em concentrações crescentes de álcool etílico, diafanizados em xilol e incluídos em parafina de acordo com metodologia de rotina.

As lâminas serão coradas com Hematoxilina-Eosina e observadas ao Microscópio Óptico de Campo Claro, no aumento de 40x.

7.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento 1 será conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com os tratamentos em esquema fatorial 4x4, utilizando 4 temperaturas (26º, 28º, 30º e 32º) e 4 doses hormonais (0, 20, 40 e 60mg de hormônio/Kg de ração) na parcela, e 6 tempos de tratamento (5, 10, 15, 20, 25, 30 dias após o início do tratamento) na subparcela. Para cada tratamento haverá 3 repetições. Cada parcela constará de 200 pós-larvas.

8 RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados esperados com a execução deste trabalho incluem:

1 - Padronização de uma dose mínima de hormônio a ser utilizada para reversão sexual em tilápias que promova uma taxa de reversão sexual elevada sem deixar resíduos metabólitos do hormônio na carne e no ambiente de criação dos animais.

2 - Obtenção da temperatura ideal aliada a menor dose hormonal para reversão sexual em tilápias como método alternativo.

3 - Efeito do uso de vitamina C na ração das larvas sobre a taxa de sobrevivência de tilápias submetidas à reversão sexual.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUCAY, J.S., MAIR, G.C. Hormonal sex reversal of tilapias: Implications of hormone treatment applications in close water systems. *Aquaculture Research*, v.28, p.841-845. 1997.

ABUCAY, J.S., MAIR, G.C., SKIBINSKI, D.O.F., BEARDMORE, J.A. Environmental sex determination: the effect of temperature and salinity

on sex ratio in *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, v.173, p.219-234. 1999.

BAKER, I.J., SOLAR, I.I., DONALDSON, E.M. Masculinization of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) by immersion treatments using 17-alpha-methyltestosterone around the time of hatching. *Aquaculture*, v.72, p.359-367. 1988.

BALDISSEROTTO, B. *Fisiologia de Peixes aplicada à Piscicultura*, Ed. UFSM, Santa Maria. 2002. 212p

BAROILLER, J.F., CHOURROUT, D., FOSTIER, A., JALABERT, B. Temperature and sex chromosomes govern Sex ratios of mouthbrooding Cichlid fish *Oreochromis niloticus*. *The Journal of Experimental Zoology*, v.272, p.213-223. 1995.

BAROILLER, J.F., FOSTIER, A., CAUTY, C., ROGNON, X., JALABERT, B. Effects of high rearing temperatures on the sex ratio of progeny from sex-reversed males of *Oreochromis niloticus*. In: Pullin, R.S.V., Lazard, J., Legendre, M., Amon Kothias, J.B., Pauly, D. (Eds.), *The Third Symposium on Tilapia in Aquaculture*, ICLARM Conf. Proc. 41, 1996. p.246-256.

BEARDMORE, J.A., MAIR, G.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, R. A.; CAMPAGNOLO, R.; BEUX, L. F.; MAKRAKIS, S.; MARTIN, R. V. MASSAGO, H. Determinação da presença de indivíduos machos, fêmeas e intersexuais quanto à análise de efetividade da reversão sexual em tilápias (*O. niloticus*) na região oeste do Paraná-Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIROS DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis. Resumos..... Florianópolis 2000.

CURTIS, L.R., DIREN, F.T., HURLEY, M.D., SEIM, W.K., TUBB, R.A. Disposition and elimination of 17 α -methyltestosterone in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.99, p.193-201. 1991.

DESPREZ, D., MÉLARD, C. Effect of ambient water temperature on sex determinism in the blue tilapia *Oreochromis aureus*. . *Aquaculture*, v.162, p. 79-84. 1998.

DONALDSON, E.M, DEVLIN, R.H. Uses of biotechnology to enhance production. In: Pennel, W. Barton, B. (Eds.) *Principles of Salmonids Culture*. Elsevier, Amsterdam. 1996. p-969-1020.

GALE, W.L., FITZPATRICK, M.S., LUCERO, M., CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.M., SCHRECK, C.B. Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. *Aquaculture*, v.178, p.349-357. 1999.

GOMELSKY, B., CHERFAS, N.B., PERETZ, Y., BEM-DOM, N., HULATA, G. Hormonal Sex inversion in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, v.126, p.265-270. 1994.

GREEN, B.W.; VEVERICA, K.L.; FITZPATRICK, M.S. Fry and fingerling production. In: Egna, H.S; Boyd, C.E. (Ed.) *Dynamics of pond aquaculture*. Boca Raton: CRC Press, 1997. p.215-243.

HUNTER, G.A., DONALDSON, E.M. Hormonal sex control and its application to fish culture. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Donaldson, E.M (Eds.). *Fish Physiology Reproduction, Behavior and Fertility Control*, V.IX-B. Academic Press, New York, USA. 1983. p.23-303.

LAHAV, M.; LAHAV, E. The development of all-male tilapia hybrids in Nir David. *The Israely Journal of Aquaculture*, v.42, p.58-61, 1990.

LIM, C. Pratical feeding: Tilapias. In: Lovell, T. (Ed.) *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. p.163-182.

LONE, K.P., RIDHA, M.T. Sex reversal and growth of *Oreochromis spilurus* (Günther) in brackish and sea water by feeding 17 α -metilttestosterona, *Aquaculture Fish. Mange.* v.24, p.593-602. 1993.

LOVELL, R.T. *Nutrition and feeding of fish.* New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.

MACINTOSH, D.J, LITTLE, D.C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), *Broodstock Management and Egg and Larval Quality.* Chap.12, Blackwell, Cambridge, MA, USA. 1995. p.277-320.

MAIR, G.C., BEARDMORE, J.A., SKIBINSKI, D.O.F. Experimental evidence for environmental sex determination on *Oreochromis niloticus*. In: Hirano, R., Hanyu, I. (Eds.), *The Second Asian Fisheries Forum.* Asian Fisheries Society. Manila, Philippines, 1990. 991p.

MAIR, G.C.; LITTLE, D.C. Population control in farmed tilapia. *NAGA, ICLARM Q.*v.14, n.3, p.8-13, 1991.

MAIR, G.C., SCOTT, A.G., PENMAN, D.J., BEARDMORE, J.A., SKIBINSKI, D.O.F. Sex determination in the genus *Oreochromis*. 1: Sex reversal, Gynogenesis and triploidy in *O. niloticus* (L.). *Theor. Appl. Genet.* v.82, p.144-152. 1991.

MAIR, G.C., ABUCAY, J.A., BEARDMORE, J.A., SKIBINSKI, D.O.F. Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station compararisons with mixed sex and sex reversed male populations. *Aquaculture*, v.137, p.313-322. 1995.

MAIR, G.C., ABUCAY, J.A., SKIBINSKI, D.O.F., ABELLA, T.A., BEARDMORE, J.A. Genetic manipulation of sex ratio for the large scale

production of all-male tilapia *Oreochromis niloticus* L. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. v.54, n.2, p.396-404. 1997.

MBAHINZIREKI, G., DABROWSKI, K. Production of male tilapia by heat-treatment of embryos and growth of different diets in recirculating systems. Paper presented during the World Aquaculture Society Conference held at Washington State Convention Center, Seattle, WA, USA. 19-23 February 1997.

MELARD, C. Production of a high percentage of male offspring with 17 α -ethynylestradiol sex-reversed *Oreochromis aureus*. I. Estrogen sex-reversal and production of F2 pseudofemales. Aquaculture, v.130, p.25-34. 1995.

MIRES, D. The tilapias. In: Nash, C.E., Novotony, A.J. (eds.). Production of Aquatic Animals, Chap.7. Elsevier, New York, NY, USA. 1995. p.133-152.

MURAD, F., HAYNES JR, R.C. Androgens. In: Gilman, A.G., Goodman, L.S., Rall, T.W., Murad, F. (Eds.). The Pharmacological Basis of Therapeutics, 7ed. MacMillan Publ. Crossing-over., New York, 1985. p.1440-1458.

NAKAMURA, M. Dosage-dependent changes in the effect of oral administration of methyltestosterone on gonadal Sex differentiation in *Tilapia mossambica*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. v.26, p.99-108. 1975.

OVIDIO, M., DESPREZ, D., MELARD, C., PONCIN, P. Influence of sexual genotype on the behaviour of females (Genotype WZ) and pseudofemales (genotype ZZ) in tilapia *Oreochromis aureus*. Aquat. Living Resour., v.15, p.163-167. 2002.

PHELPS, R. P.; CERESO, G. The effect of contineente in hapas on sex reversal and growth of *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Aquaculture*, Bingleton, v.1, n. 4, p. 73-81, 1992.

PIFERRER, F., DONALDSON, E.M. Dosage-dependent differences in the effect of aromatizable and nonaromatizable androgens on the resulting phenotype of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Fish Physiol. Biochem.* v.9, p.145-150. 1991.

POPMA, T.J.; GREEN, B.W. *Aquaculture production manual: Sex reversal of tilapia in earthen ponds*. Auburn: Auburn University, Center for Aquaculture and Aquatic Enviroments, Department of Fisheries and Allied Aquacultures, 1994. 40p.

RIBEIRO, L.P. Produção de alevinos de tilápias por inversão sexual. *Revista Brasileira de Reprodução Animal.* v. 21, n. 3, p.106-112. 1997.

ROTHBARD, S. Sex inversed tilapia hybrids. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 89, p.365-376, 1990.

SHAH, M.S. Female homogamety in tilapia (*Oreochromis niloticus*) revealed by gynogenesis. *Asian Fisheries Science*, v.1, p.215-219. 1988.

SHIAU, S.-Y.; HSU, T.-S. L-Ascorbyl-2-sulfate has equal antiscorbutic activity as L-ascorbyl-2-monophosphate for tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, v.133, p.147-157, 1995.

SOLIMAN, A.K.; JAUNCEY, K.; ROBERTS, R.J. The effect of varying forms of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapias (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.52, p.1-10, 1986.

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*, v.59, p.197-208, 1986a.

SOLIMAN, A.K.; JAUNCEY, K.; ROBERTS, R.J Water-soluble vitamin requirements of tilapia: ascorbic acid (vitamin C) requirement os Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture and Fisheries Management*, v.25, p.269-278, 1994.

SOUZA, F. O. Estudo do efeito da relação macho/fêmea em desova natural e dosagem de 17-alfa metiltestosterona na reversão sexual de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem Tailandesa. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Lavras. 2001. 45p.

TACHIBANA, L.; PORTZ L.; CYRINO J. E. P. Influencia do dimetilsulfoxido (DMSO) na reversão sexual de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tratadas com 17 alfa metiltestosterona. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis. Resumos..... Florianópolis 2000.

TORRANS, L., MERIWEETHER, F., LOWELL, F., WYATT, B., GWINUP, P.D. Sex-reversal of *Oreochromis aureus* by immersion in mibolerone, a synthetic steroid. *J. World Aqua. Soc.* v.19, p.97-102. 1988.

TOYAMA, G. N. Suplementação de vitamina C na reversão sexual de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade do Estado São Paulo. 1999. 45p.

TOYAMA, G.N; CORRENTE, J.E.; CYRINO, J.E.C. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. *Scintia Agrícola*, v.57, n.2, p.221-228. 2000.

WASSERMANN, G.J., AFONSO, L.O.B. Sex reversal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) by androgen immersion. *Aquaculture Research*. v.34, p.65-71. 2003.

VARADARAJ, K., PANDIAN, T.J. Masculinization of *Oreochromis mossambicus* by administration of 17 α -methyl-5-androsten-3-17 β -diol through rearing water. *Curr. Sci.* v.56, p.412-413. 1987.

VARADAJ, K., SINDHU KUMARI, S., PANDIAN, T.J. Comparison of conditions for hormonal sex reversal of Mozambique tilapias. *The Progressive Fish-Culturist*. V.56, p.81-90. 1994.

VERA CRUZ, E.M.; MAIR, G.C. Conditions for effective androgen Sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture*. v.122, p.237-248. 1994.