

RODRIGO FORTES DA SILVA

## **AVALIAÇÃO GENÉTICA DO CRESCIMENTO DE TILÁPIA DO NILO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2007

RODRIGO FORTES DA SILVA

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DO CRESCIMENTO DE  
TILÁPIA DO NILO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como parte  
das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de agosto de 2007

---

Prof. Antônio Policarpo Souza Carneiro

---

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna

---

Prof. Oswaldo Pinto Ribeiro Filho  
(Co-orientador)

---

Prof. Ricardo Frederico Euclides  
(Co-orientador)

---

Prof. Robledo de Almeida Torres  
(Orientador)

**À minha família;**

**Aos meus amigos,**

**dedico este trabalho.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador, Professor Robledo de Almeida Torres, pela confiança, orientação, críticas e sugestões viabilizando a execução deste trabalho.

Ao Oswaldo Pinto Ribeiro Filho, pelos valiosos ensinamentos durante todo o curso, pelas sugestões, críticas, amizade e principalmente pelo empenho que teve na realização deste trabalho.

Ao Professor Ricardo Frederico Euclides, pela coorientação

Ao Professor Antônio Policarpo Souza Carneiro, pelos esclarecimentos e sugestões.

Ao professor Eduardo de Arruda Teixeira Lanna, pela participação da banca.

Ao funcionário da Estação de Piscicultura e Hidrobiologia-DBA/UFV, Paulo Soares Bernardo pelos conselhos e ajuda na sexagem.

A todos os funcionários da Ranicultura-DBA/UFV, pelo essencial apoio neste trabalho e amizade.

Aos estagiários, Abreu, Breno, Condé, Luciano, Marcelo Maia, Mário, Rodrigo, Rodrigo Augusto, Rodrigo Torres e Wesley, pela indispensável e essencial ajuda na condução deste trabalho.

Ao senhor Donizete, Piscicultura do Paiol, pela disponibilização de matrizes e reprodutores.

Ao Dr. João, Piscicultura João Salame, pela doação de hipófises.

Aos meus pais, Paulo César da Silva e Heloisa Helena Fortes da Silva, pelo carinho.

Aos meus irmãos Arlen Fortes da Silva, Ana Paula Fortes da Silva, Paulo César Fortes da Silva e minha tia Maria Helena pelo incentivo e convivência.

Ao amigo José Lindenberg Rocha Sarmento pela essencial ajuda nos procedimentos do SAS.

A Geane Braga, pelo companheirismo.

A amiga Lidiane Gomes dos Santos pela disponibilidade, paciência e acima de tudo, pela atenção, no ensinamento e ajuda dos cálculos estatísticos.

Aos colegas e amigos de curso e do peito, André Luis da Costa Paiva, Alex Sandro Schierholt, Carla Leite, Cristiano Fortes, Eduardo Ianino Fortes, Fabrício Resende, George Yasui, Guilherme Lelis, João Paulo Rigueira, Juliana Ferraz, Kleibe de Moraes, Leandro Barbosa, Leonardo Calado, Luciara Celi, Marcelo Freitas, Marcos Yamaki, Mariele Freitas, Patrícia Tristão, Rafael Bastos, Rodrigo Navarro, (e aos que eu possivelmente tenha me esquecido!) pela amizade, companheirismo e pelo convívio agradável.

À minha turma de graduação, Zootecnia 2001, por todos os momentos inesquecíveis que passamos e passaremos juntos, pela amizade e companheirismo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

RODRIGO FORTES DA SILVA, filho de Paulo César da Silva e Heloisa Helena Fortes da Silva, natural de Viçosa, Minas Gerais, nasceu em 30 de julho de 1977.

Em fevereiro de 2001, iniciou o curso de zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no período de 08/2004 a 07/2005, sendo orientado pelo professor Robledo de Almeida Torres do Dep. de Zootecnia/UFV; bolsista da Inovação Orgânica e Tecnológica na Fruticultura Orgânica (FRUTORG)/ Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFV, apoiado pela Fundação de Estudos e Projetos (FINEP) no período de 06/2004 a 12/2004; bolsista da Química Natural Brasileira Ltda. (QUINABRA), no período de 10/2003 a 12/2003; Bolsista da Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários/Divisão de Assistência Estudantil/UFV em 03/10/2003.

Em julho de 2005 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa e, em agosto de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela mesma instituição.

Em 15 de agosto de 2007, submeteu-se ao exame final de defesa de tese para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia, pela Universidade Federal de Viçosa.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	-----vii
<b>ABSTRACT</b>	----- ix
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	----- 1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	-----3
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	----- 9
3.1. Reprodução	-----9
3.2. Identificação	----- 10
3.3. Manejo	----- 12
3.4. Biometria	----- 13
3.5. Análise dos Dados	----- 15
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	-----19
4.1. Parâmetro de Desenvolvimento	----- 19
4.2. Herdabilidades	----- 24
4.3. Correlações	----- 27
<b>5. CONCLUSÃO</b>	-----30
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	-----31

## RESUMO

SILVA, Rodrigo Fortes da, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **Avaliação genética do crescimento de Tilápia do Nilo**. Orientador: Robledo de Almeida Torres. Co-orientadores: Oswaldo Pinto Ribeiro Filho e Ricardo Frederico Euclides

Foram coletados por rede de arrasto duzentas matrizes e duzentos reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de uma fazenda na zona rural de viçosa. Os animais foram acomodados em igual densidade em cinco caixas de 5000 mil litros cada. Após 30 dias, foram selecionados 20 casais com base no aspecto saudável e aptidão para reproduzir e foram distribuídos em vinte caixas de mil litros cada, um casal em cada caixa. A partir daí procedeu-se a reprodução dos indivíduos. Após as desovas, os filhotes permaneceram nas mesmas caixas até a idade de 60 dias, quando foram transferidos para caixas maiores. Os animais foram identificados na primeira biometria (60 dias). Foi desenvolvida uma técnica onde se usou letras seguidas de um numeral. A partir daí, procedeu-se a coleta de dados como peso e comprimento total, durante toda fase experimental. Descartes foram realizados a cada biometria seguindo uma taxa pré-estabelecida para garantir densidade adequada dos peixes nas caixas. Ao final do experimento, os animais foram abatidos para obtenção do valor de carcaça eviscerada e rendimento de carcaça. A estimativa dos componentes de variância e covariância para a obtenção das herdabilidades e correlações foram obtidos pelo Proc Mixed, aplicando modelo unicaracterística via REML (Máxima Verossimilhança Restrita), utilizando o programa estatístico SAS. As correlações genéticas entre as características também foram obtidas utilizando o programa estatístico SAS e foi estimada utilizando os componentes de covariância de acasalamento. As herdabilidades foram altas, ou seja, para peso variaram de 0,91 a 1,36 aos 150 e 60 dias respectivamente e para comprimento total se mantiveram próximas, de 0,94 a 0,95 também aos 60 e 150 dias. Para o ganho de peso diário e ganho de comprimento diário os valores de herdabilidade também foram considerados altos sendo de 0,87 e 0,60 respectivamente. Isso demonstra que a seleção individual pode ser aplicada para estas características. No sexto mês de idade



todos os animais foram abatidos, obtendo-se os valores de carcaça eviscerada e rendimento de carcaça. Os valores de herdabilidade estimados para estas características foram 1,00 e 0,21 respectivamente. Os valores altos de herdabilidade para peso e comprimento, obtidos para a tilápia do Nilo neste trabalho, poderão ser explorados em futuros trabalhos de melhoramento, com o objetivo de aumentar a proporção destas características em relação ao peso. Tal caráter torna-se comercialmente interessante quando o animal é comercializado limpo ou pronto para ser preparado. Para o valor da herdabilidade acima da unidade obtido para peso aos 60 dias de idade, pode ser atribuído a um banco de dados considerado pequeno. Para as herdabilidades de peso aos 150 dias, comprimento total aos 60 dias, comprimento total aos 150 dias, ganho de peso diário e ganho de comprimento diário, de valor alto, pode ser atribuído a uma pequena variação ambiental uma vez que estes animais se encontravam nas mesmas condições ambientais de qualidade e quantidade de água, alimentação e manejo. Outra explicação para os valores altos das características mencionadas acima é a de que a estimativa dos parâmetros genéticos foi feita apenas em uma geração que não sofreu qualquer tipo de seleção artificial. Foram obtidas correlações genéticas bastante altas entre o peso e o comprimento total; logo, a medida do comprimento poderá ser dispensada, pois a obtenção desta medida é demorada, causando estresse nos peixes além de limitar a utilização de um maior número de animais nos programas de avaliação genética de tilápia do Nilo. A correlação genética entre peso aos 60 dias e peso de carcaça eviscerada foi considerada baixa, entretanto quando se estimou a mesma correlação para peso aos 150 dias, foi observada uma correlação genética alta. Isso implica que podemos obter carcaças mais pesadas quando selecionamos para característica de peso.

## ABSTRACT

SILVA, Rodrigo Fortes, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, August of 2007. **Genetic Evaluation of the growth of Nile Tilapia**. Adviser: Robledo de Almeida Torres. Co-Adviser: Oswaldo Pinto Ribeiro Filho and Ricardo Frederico Euclides

Two hundred dams and two hundred sires of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) were captured using fish-net in an earthen tank from a farm in the country area of Viçosa. First the animals were put into five water tanks of 5000 liters keeping the same animal density between the water tanks. After 30 days, 20 couples were selected accordingly with health status and reproductive performance potential. They were distributed between 20 water tanks of 1000 liters, each couple for each water tank. After this fish couples started their reproduction. After spawning, offsprings stayed in the same tanks until 60 days old, when they were transferred to larger tanks. Animals were identified during the first measurement on day 60<sup>th</sup>. One technique was developed to identify the fishes, using letters followed by number. After those procedures, data collection started with the recording of body weight and total length during the whole experiment. A culling rate was determined for each phase of measurement, to adequate the animal density in the tanks. At the end of the experiment animals were slaughtered and ungutted carcass weight and dressing percentage were recorded. The Proc Mixed was used to evaluate the variance and covariance components to obtain the heritabilities and correlations. It was applied the unicharacteristic model via REML (Restricted Maximum Likelihood), using the statistic program SAS. The genetic correlation between the characteristics was obtained using SAS too, and was estimated using components of covariance of matting. The heritabilities were high, for weight varied between 0.91 and 1.36 for 150 and 60 days respectively and for total body length the heritabilities were of 0.94 and 0.95 also for 60 and 150 days old. For daily weight gain heritability was 0.87 and for daily length gain was 0.60, both results were considered high. This demonstrates that individual selection can be applied to these characteristics. On the sixth month of age all animals were slaughtered to obtain ungutted carcass weight and dressing percentage. Heritability values for these characteristics were 1.00 and 0.21 respectively. The high values of Nile

Tilapia heritability, obtained for body weight and body length in this study, can be used in future studies of animal breeding, intending to increase the proportion of these characteristics related with body weight. Such character becomes commercially interesting when animals are sold ungutted or ready to be prepared. Probably the high heritability value, above 1.00, obtained for body weight at 60 days of age was due to a small number of data available. High heritabilities values obtained for body weight at 150 days, total body length at 60 days of age, and at 150 days of age, daily body weight gain and daily body length gain could be explained by the small environmental variation, because animals were kept on the same environmental conditions such as quantity and quality of water, feeding and management. Another explanation for the high values of the characteristics mentioned above is because of the genetic parameters estimation was made just in one generation which was not submitted to any artificial selection. Very high genetic correlations was obtained between body weight and total body length, therefore the measurement of body length is not necessary because it takes much time and it stresses the fishes. Also this technique limits to a smaller number of animals used in a genetic evaluation program of Nile Tilapia, instead a larger sample number desired. The genetic correlation of body weight at 60 days of age and ungutted carcass weight was considered low, however a high genetic correlation was obtained between ungutted carcass weight and body weight at 150 days of age. This means that is possible to obtain heavier carcasses if the selection is made in body weight characteristic.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo mundial de organismos aquáticos está sendo direcionado para um sistema de intensificação, e a variação genética é considerada a fonte básica para a obtenção de sucesso na produção aquícola em grande escala, MOREIRA (2001). Isso se justifica uma vez que os mercados mundiais de peixes e crustáceos giram em torno de US\$ 55 bilhões por ano, quase o dobro do comércio internacional de carne bovina ANUALPEC (2007).

No Brasil, a aquíicultura vem se firmando como atividade profissional, tendo em vista a excelente qualidade dos recursos hídricos, com disponibilidade de 5,3 milhões de hectares de água doce, em reservatórios naturais e artificiais, e 8 mil quilômetros de costa, com potencial para serem aproveitados na produção de organismos aquáticos. Também condições climáticas favoráveis e o aperfeiçoamento dos sistemas de produção gerados pelas instituições de pesquisa favorecem a produção do pescado brasileiro SCORVO FILHO (2004). Em 2006 a aquíicultura brasileira produziu 300 mil toneladas, sendo quase 210 mil toneladas de peixes. Para produzir 5 milhões de toneladas por ano, o Brasil só precisa explorar 1 % de sua água represada. Esse é o volume atualmente produzido pela China, maior produtora mundial de pescado ANUALPEC (2007).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie originária dos rios e lagos africanos, e a segunda espécie mais criada do mundo, logo após a carpa, POPMAN e LOVISHIN (1996) sendo introduzida no Brasil em 1971, PROENÇA e BITTENCOURT (1994). O Brasil é o sexto maior produtor mundial de tilápia e esta atrás apenas da china, Formosa (Taiwan), Filipinas, Tailândia e do México, ANUALPEC (2007).

As tilápias melhoradas nas condições brasileiras teriam melhores condições de incrementar seu desempenho, já que seriam selecionadas no

ambiente de criação específico, evitando o possível efeito da interação genótipo-ambiente.

Na última década, projetos bem sucedidos de melhoramento genético produziram linhagens de tilápia do Nilo com desempenho superior a linhagens comuns. É o caso específico da linhagem Tailandesa, que exhibe maior ganho de peso diário e melhor conversão alimentar aparente e viabilidade econômica na fase inicial de produção, BOSCOLO e CANZI (1998).

Para se obter material genético de qualidade, é necessários programas de melhoramento bem fundamentados, embasados em parâmetros genéticos acurados e precisos.

O primeiro passo para um programa de melhoramento genético, é conhecer os parâmetros estatísticos da característica selecionada como variância genética e fenotípica, TAVE (1986). Como segundo passo, é indispensável estimar a herdabilidade ( $h^2$ ) da característica a ser avaliada, PÉREZ (1996). Assim, é possível estabelecer uma estratégia ao programa de melhoramento genético, de forma a possibilitar incremento nas características que se deseja melhorar.

Assim, faz-se necessário a realização de estudos genéticos em tilápia do Nilo como já é realizado em salmonídeos como truta arco-íris (*Onchorhynchus mykiss*), onde os estudos estão voltados para a avaliação genética e melhoramento de características quantitativas, avaliando resposta a seleção, estimando herdabilidades, e avaliando a interação genótipo-ambiente, (REUNIÓN ANUAL SOCIEDAD DE GENÉTICA DE CHILE, 2000).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar parâmetros genéticos para características de produção como peso, comprimento, rendimento de carcaça e peso de carcaça eviscerada da tilápia do Nilo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Os programas de melhoramento animal necessitam de constante acompanhamento das características de importância econômica de cada linhagem. A partir destes estudos, são estabelecidos critérios de seleção para garantir a renovação dos plantéis com animais de potencial genético superior, geração após geração. Os esquemas de melhoramento genético devem contemplar a obtenção, por meio de critérios de seleção adequados, de genótipos que permitam maior lucratividade do sistema de produção GRANDA e AGUIRRE (2007).

Segundo o mesmo autor, em função do mercado globalizado e da grande concorrência, os produtores devem reduzir os custos de produção para que se obtenham produtos mais competitivos.

Sabe-se que as expressões das características de um animal são dadas pelo valor genético e são influenciadas por fatores ambientais. Há consenso entre os geneticistas que a seleção de animais deve ser feita em ambiente parecido ao que será criado, propiciando melhor predição do genótipo adaptado ao ambiente, devido à interação genótipo – ambiente PEREIRA (2004). MILAGRES (1981), relata que a interação pode acarretar troca de “status”, demonstrando que o mesmo genótipo pode não apresentar o mesmo potencial em ambientes diversos e que animais de maior produtividade em um ambiente pode não ser melhor se inserido em outro com características diferentes e o inverso pode ocorrer com animais que apresentam baixa produtividade em um ambiente.

As características de importância econômica são parcialmente controladas pela herança genética. A expressão destas características está sobre controle acumulativo de vários genes. Estas características são conhecidas como quantitativas, a qual um dos modos de ação gênica é a ação genética aditiva. Desta forma, a seleção de animais, deve ser realizada

em ambientes próximos em que vivem, pois bases genéticas diferentes em ambientes distintos podem demonstrar diferenças significativas, PEREIRA (2004).

Para peixes esta situação não é diferente, neste caso a tarefa é ainda mais árdua quando os animais se encontram, por exemplo, em diferentes tanques de terra ocorrendo uma heterogeneidade da composição do solo num mesmo local. Para GRANDA E AGUIRRE (2007), um programa de melhoramento de peixes deve contar com um bom delineamento experimental onde se controle os fatores ambientais e se minimizem seus efeitos.

Algumas espécies de tilápia como a do Nilo, têm desempenhado importante papel na maximização da eficiência dos sistemas de produção de pescado no Brasil. Dentre os peixes que apresentam potencial para a produção em tanques rede, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se tornou na última década a espécie mais cultivada no Brasil, sendo responsável por aproximadamente 40 % do volume da aquicultura nacional, MARENGONI (2006).

A tilápia do Nilo está entre aquelas que possuem características desejáveis tais como boa aceitação e elevado valor comercial, excelente conversão alimentar e conseqüentemente custos de produção relativamente baixos, especialmente nos países em desenvolvimento, ZIMMERMANN e HASPER (2003). Além disso, pode ser considerada rústica precoce e com hábito alimentar onívoro, de amplo espectro, que utiliza satisfatoriamente alimentos com altos teores de proteína vegetal, despertando grande interesse também dos países desenvolvidos onde predominam o cultivo de espécies carnívoras que são muito dependentes da farinha de pescado, MARENGONI (2006). Uma vez controlada a intensidade de sua propagação, torna-se uma das espécies mais recomendadas para a piscicultura em virtude de adaptar-se facilmente às práticas de manejo alimentar e também por tolerar altas densidades de estocagem em sistemas intensivos de criação, em tanques rede, (BALARIN e HALLER, 1982; KEENLEYSIDE, 1991). De acordo com CARBERRY e HANLEY (1997), em sistema de alta renovação e aeração é possível obter uma produção de 49.500 a 402.000 kg de tilápia por hectare/safra.

Contudo, deve-se levar em consideração a relevância das linhagens nos aspectos produtivos dos animais antes de implementarmos um programa de melhoramento, GRANDA e AGUIRRE (2007). BOSCOLO *et al.* (2001), trabalhou com duas linhagens de tilápia do Nilo (tailandesa e comum) na fase inicial avaliando o desempenho do crescimento e características de carcaça de machos revertidos. Esses autores concluíram que os animais da linhagem tailandesa na fase de crescimento apresentaram cabeça maior e cauda menor em relação à linhagem comum. Para a linhagem comum foi observado maior rendimento de tronco, porém o rendimento de filé foi semelhante nas duas linhagens. Os animais da linhagem tailandesa, segundo os mesmos autores, apresentaram melhores resultados de ganho de peso que foi de 298,48 g contra 164,41g da linhagem comum e conversão alimentar nas fases inicial e de crescimento que foi de 1,20 para a linhagem tailandesa e 1,65 para a linhagem comum.

Assim, mesmo países como Israel e Colômbia estão produzindo pesquisas de melhoramento para o desenvolvimento de tilapia (*Oreochromis spp*) para obter linhagens superiores em rendimento de carcaça, adaptabilidade, sobrevivência e conversão alimentar, CASTILLO (2003).

Além da relevância da linhagem sobre o desempenho produtivo, os efeitos de sexo são também observados sobre as características de carcaça. CARON *et al.*, (1990) salientam que machos mais pesados produzem carcaças mais pesadas, enquanto fêmeas mais pesadas são aquelas mais maduras sexualmente, por isso, possuem aparelho reprodutivo mais pesado.

O controle da diferenciação sexual em peixes tem grande interesse devido às diferenças apresentadas entre os sexos, com relação às características de produção. Na tilápia do Nilo, os machos apresentam melhor crescimento e desempenho na engorda, uma vez que as fêmeas, além de utilizarem grande parte de suas reservas para as atividades reprodutivas, não se alimentam durante o período da incubação oral dos ovos, sendo indicada a criação de populações monossexo macho (PHELPS & POPMA, 2000; BEARDMORE *et al.*, 2001).

Grandes avanços relacionados ao ganho de peso em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) têm sido atribuídos a herdabilidade que em determinadas faixas de idade pode ser considerada média a alta. Esses



valores estimados de herdabilidade podem servir para determinar o tipo de seleção a ser realizada, TAVE (1986).

Porém, vale salientar que nem sempre é possível obter valores altos de herdabilidade, pois as características de interesse produtivo apresentam em sua maioria herdabilidade de média a baixa, Silva (1982).

BOLIVAR e NEWKIRK (2002), estudando Tilápia do Nilo avaliaram a resposta a seleção para peso corporal utilizando modelo animal ao longo de 12 gerações de três linhagens. Os autores observaram aumento de peso corporal na taxa de 12,4% por geração e concluíram que alta intensidade de seleção e a alta herdabilidade real de 0,38 para peso do corpo aos 120 dias de idade resultou em substancial resposta utilizando o método de seleção citado.

TAVE e SMITHERMAN (1980), trabalhando com tilápia do Nilo obtiveram resultados de herdabilidade de 0,04 a 0,10 para ganho de peso até 45 dias e de 0,02 a 0,54 até 90 dias, mostrando uma variação considerável no valor da herdabilidade e evidenciando a necessidade de mais pesquisas.

Para RUTTEN *et al.*, (2005) a herdabilidade para peso corporal é um dos mais importantes parâmetros considerados na avaliação genética. Estes autores constataram valores constantes ao redor de 0,2.

Outro parâmetro importante na avaliação genética é a correlação. A correlação genética para peso corporal em diferentes idades não tem sido publicada antes para a tilápia do Nilo, contudo valores obtidos podem fornecer informações que possibilitem seleção precoce para esta espécie RUTTEN *et al.*, (2005).

Para estes mesmos autores, a correlação genética de peso e comprimento foi estimada entre todas as idades (100 a 326 dias) e são únicos na espécie tilápia do Nilo. Em idades mais avançadas a correlação genética para peso e comprimento é claramente mais estável e em idades superiores a 115 dias a correlação genética esta acima de 0,9 RUTTEN *et al.*, (2005).

Segundo INPA (1998) e PÉREZ (1996), os programas de melhoramento genético de peixes utilizam seleção artificial com excelentes

resultados, como por exemplo, a truta (*Onchorhynchus mykiss*) que foi possível reduzir em 68 dias a idade de reprodução e a tilápia (*Oreochromis spp*) que se aumentou a idade de maturação para 50 dias após quatro gerações. Também a taxa de crescimento obteve aumento de 250% em salmão (*Salmo salar*) e em 85% para (*Oreochromis niloticus*).

A estimação de valor da herdabilidade é um dos recursos necessários para implantação de um método de seleção e também para o sucesso de um programa de melhoramento de peixes (FALCONER e MACKAY, 1996; KIRPICHNIKOV, 1981; TAVE, 1986). Entre os aspectos relevantes para obter ganho genético por meio da seleção também se encontra a variação genética (CARDELINO e ROVIRA, 1987; EKNATH *et al.*, 1996; WATTIAUX, 2001), a intensidade de seleção (EKNATH *et al.*, 1996; KIRPICHNIKOV, 1981), sendo que essa depende da eficiência reprodutiva. A maioria dos peixes possui uma quantidade considerável de descendentes se comparados a outras espécies de animais domésticos. Em Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) a quantidade de descendentes é alta, pois as desovas ocorrem a cada ano com uma produção de 1.000-1.400 ovócitos por grama de desova, aproximadamente 100.000 ovócitos por kilograma de peso, WEDLER (1998), o qual permite utilizar uma alta intensidade de seleção. Com a tilápia do Nilo não é diferente, pois além de produzir um número considerável de ovócitos viáveis, esta espécie se reproduz com muita facilidade durante quase todo o ano.

Outro aspecto importante para a obtenção do ganho genético é a exatidão da seleção associada à herdabilidade. Sendo o valor da herdabilidade considerada alta, ocorrerá maior ganho genético quando o individuo for selecionado, TAVE (1986). Assim, se considera que herdabilidade é um bom elemento para avaliação da influencia ambiental sobre a característica, PÉREZ (1996).

O valor estimado da herdabilidade permite definir qual método de seleção deve ser utilizado para o melhoramento genético das características quantitativas, CARDELINO e ROVIRA (1987). Se a herdabilidade é baixa ou média, se recomenda a seleção baseada no pedigree (avaliação de ascendência e descendência) ou a avaliação de progênie (avaliação de descendência); porem se a herdabilidade é alta se recomenda a seleção

individual ou massal, FALCONER (1981), a qual é usada para característica de fácil medição como comprimento, peso e ganho de peso, KIRPICHNIKOV (1981).

Outro método de seleção é o de família, aplicável a espécies com taxas reprodutivas elevadas como os peixes, o qual se seleciona os indivíduos melhores dentro de cada família em ambiente comum. Este método é mais adequado em relação a custos e utilização de espaço CARDELINO e ROVIRA (1987), sendo mais aplicável em piscicultura, PÉREZ (1996).

Assim, a maioria das pesquisas nacionais de melhoramento genético de peixes se restringe a grupos de empresas privadas que muitas vezes impossibilita a disseminação do conhecimento adquirido. Dessa forma, são poucas as pesquisas sobre avaliações genéticas em relação ao melhoramento clássico, onde ainda não se constatou, na literatura nacional consultada, a utilização de programas de avaliações genéticas de tilápia do Nilo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Reprodução

A coleta das matrizes e reprodutores procederam-se em novembro de 2006 e a reprodução destes em dezembro do mesmo ano. Este trabalho foi realizado até maio de 2007.

Foram utilizadas 200 matrizes e 200 reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da linhagem tailandesa, provenientes de um sítio na zona rural de Paula Cândido - MG. Os reprodutores tinham peso médio de 410g e as matrizes de 290g. Esses animais foram acondicionados em um tranfish (Bernauer) e transportados até o ranário experimental do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa onde foi realizado o experimento. Os peixes foram acomodados em igual densidade em cinco caixas com capacidade para 5000 mil litros cada. Após 30 dias, foram selecionados 20 casais com base no aspecto saudável e aptidão para reproduzir, e foram distribuídos em vinte caixas com capacidade para mil litros cada, sendo um casal em cada caixa. As matrizes eram escolhidas quando era observada a extrusão de óvulos maduros após uma leve pressão no oviducto. Já os machos, eram selecionados pela maior quantidade de sêmem após pressão do poro urogenital.

Nesta fase, foi preciso formar novos casais uma vez que alguns machos não aceitaram suas respectivas fêmeas provocando escoriações nas mesmas. A partir daí iniciou-se o processo de reprodução dos indivíduos por indução hormonal com extrato bruto de hipofisário.

Com o objetivo de obter o controle dos acasalamentos, necessário aos trabalhos de melhoramento, para a obtenção de irmãos completos contemporâneos, utilizou-se a técnica de sincronização da reprodução. Foi utilizado nos animais, extrato bruto de hipófise de carpa para promover o

amadurecimento final dos ovócitos regulados pelos hormônios gonadotróficos.

O preparo da solução de hipófise foi feito utilizando um almofariz de porcelana com pistilo para o maceramento e mistura da hipófise com soro fisiológico e glicerina, adaptando a técnica mais utilizada de reprodução de peixes (HOUSSAY, 1930; IHERING, 1935). A dosagem de solução de hipófise utilizada nas matrizes foi de 0,5 mg por kg de peso do animal (dose preparatória) na primeira aplicação e 5 mg por kg de peso do animal na segunda aplicação, 12 horas após a primeira aplicação. Os reprodutores também receberam dosagem única de 0,5 mg por kg de peso do animal e foi aplicado quando as matrizes estavam recebendo a segunda dosagem. A aplicação foi feita na musculatura dorsal com seringas de insulina de 12,7 mm de comprimento e 0,33 mm de calibre para provocar menos estresse nos animais.

Foram realizadas duas observações diárias em cada caixa de modo a detectar possíveis desovas das matrizes. Quando uma desova era detectada, imediatamente era anotado, o reprodutor era retirado para evitar predação e a partir daí era possível saber a idade de progênie. As matrizes eram retiradas das caixas à medida que a incubação bucal deixava de ser exercida.

Cada caixa abrigou a progênie de um dos casais do grupo genético para controle de pedigree. Mesmo sincronizando a reprodução através da indução hormonal, foram obtidos dois grupos de famílias com datas de nascimento distintas e intervalo de uma semana entre elas.

### **3.2. Identificação**

Os alevinos foram identificados na primeira biometria (60 dias) de acordo com a marcação adaptada de FARIA *et al.*, (2003) (Figura 01 e 02) garantindo que a técnica de marcação utilizada não provocasse efeito negativo sobre o desenvolvimento das tilápias juvenis. Foram utilizadas letras seguidas de um numeral onde as letras serviram para designar as

famílias e os números para identificação individual dos peixes. Assim, foram utilizadas 20 letras, uma para cada família, e dentro de cada família um número para cada indivíduo.

Cada identificação foi impressa e depois feito xerox. O xérox foi utilizado para fazer a marcação, uma vez que a tinta da impressão é hidrossolúvel e poderia entrar em contato com a água. Assim, cada marcação foi recortada e recoberta por papel “contact”, por ambos os lados, de modo a impermeabilizá-lo. Com o auxílio de uma agulha nº 9, um fio sintético flexível (0,10mm) foi fixado à musculatura dorsal, com nó de sutura utilizada em operações humanas, próximo ao primeiro raio da nadadeira dos peixes juntamente com a identificação. Esta técnica foi realizada para facilitar a leitura da identificação e aumentar a eficiência das atividades durante as biometrias. Contudo é preciso melhorar a forma de amarre das identificações visto que foi observada até o final do trabalho uma porcentagem de perdas de marcação de 50%.



Figura 01 – Identificação por família (letra) e individualmente (número) de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).



Figura 02 – Alevinos identificados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

A identificação do sexo ou sexagem foi realizada em todos os animais no mesmo dia, quatro dias antes do abate. Embora, seja possível realizar a sexagem antes da maturidade sexual, isto não é recomendado quando se deseja ter uma maior certeza do sexo dos indivíduos.

A sexagem foi realizada por um técnico com conhecimento na área. O processo de verificação dos sexos se deu de acordo com a avaliação visual da papila genital de cada indivíduo.

### **3.3. Manejo**

As matrizes e reprodutores estocados em tanques de 5000 L foram transferidos para caixas de amianto com capacidade total de 1000L, um casal por caixa, em um total de 20 caixas. A taxa de renovação diária de água das caixas nesta fase experimental foi de 100% do volume, e a alimentação era uma ração comercial com 32%PB, fornecida duas vezes ao dia. Nessas caixas de 1000L os casais foram induzidos a reprodução.

Foram padronizados quarenta descendentes por caixa para limitar o número de indivíduos devido ao pouco espaço e ao número limitado de

caixas. Desovas que eventualmente não possuíam quarenta descendentes, não eram realizados descartes, permanecendo todos os indivíduos desta família no experimento.

Os alevinos permaneceram nessas caixas de 1000L até a idade de 60 dias, quando foram transportados para os mesmos tanques onde estavam às matrizes e reprodutores no início do experimento (tanques de 5000L). Estes tanques eram cobertos por tela de arame para evitar predadores. A renovação de água nesta fase, era feita por esguicho numa taxa de 15% do volume total no período noturno. Semanalmente era realizada uma descarga de 30% do volume de água para retirada da água de pior qualidade e dejetos no fundo dos tanques.

Todas as 20 caixas de 1000 litros onde estavam os alevinos, bem como as caixas de 5000 litros possuíam sistema de abastecimento de água interligado de modo a permitir a mesma taxa de renovação e a mesma água para cada caixa. O parâmetro de qualidade de água como temperatura era medido 2 vezes ao dia no horário do arraçoamento da manhã e da tarde. Já a taxa de oxigênio e o pH eram medidos semanalmente.

O fornecimento de ração aos peixes no início do experimento até o final era “*Ad Libitum*” sendo o arraçoamento feito as 8:00, 13:00 e 17:00h. A ração dos alevinos foi fornecida até 60 dias de idade e era extrusada com 44%PB. Após essa idade, os animais consumiram ração final também extrusada com 28%PB.

Para diminuir a competição dentro de cada caixa entre os indivíduos, foi realizado um reagrupamento dos animais de forma a padronizar o tamanho aos 90 dias de idade. Dessa forma, foram utilizadas mais duas caixas de 5000L totalizando sete caixas, sendo respeitada a densidade entre as caixas de 50 peixes, totalizando neste momento 350 peixes após perdas de marcação e descartes.

#### **3.4. Biometria**

A partir dos 60 dias de idade, foram realizados dez biometrias com o intervalo de 12 dias até o final do experimento. Os peixes que agora já



eram considerados juvenis eram capturados manualmente após total esvaziamento dos tanques e eram transportados em baldes, com capacidade para 50 litros, contendo 10 litros de água, até a bancada reservada para as biometrias. Durante o período de pesagem e medição, os animais receberam renovação de água dentro dos baldes, através de uma torneira, para suprir a necessidade de oxigênio.

Os peixes eram apoiados em uma espuma plana e úmida para evitar escoriações, em seguida eram submetidos à medição do comprimento total (da extremidade da cabeça ao final da cauda) com auxílio de um paquímetro com 0,001 cm de precisão. Logo após, os peixes eram colocados em um recipiente com água previamente tarado e eram pesados individualmente em uma balança com precisão de 0,01g.

No momento das biometrias, peixes detectados com perda de marcação eram descartados, sendo preciso restabelecer uma nova e igual densidade por caixa. Ao final do experimento a densidade era de 6.4 animais/m<sup>3</sup>.

Nos momentos das biometrias, as paredes dos tanques esvaziados eram submetidas à assepsia com solução salina a 10% para prevenir o surgimento de doenças. Logo após este procedimento, os tanques eram novamente preenchidos de água em 95% de sua capacidade.

Ao final do experimento, aos 180 dias de idade, os peixes foram insensibilizados em água com gelo e foram sacrificados para a obtenção do rendimento de carcaça e peso de carcaça eviscerada. Foi calculado o rendimento de carcaça total (RC), no qual procedeu - se apenas a retirada das vísceras, permanecendo na carcaça mensurada o tronco, cabeça e pele do animal. O rendimento de carcaça foi calculado dividindo-se a carcaça eviscerada (CE) pelo peso total de cada animal (PT). Já o ganho de peso diário (GPD) e o ganho de comprimento diário (GCD), foram obtidos dividindo-se os respectivos valores médios finais de peso (PF) e comprimento (CF), pela idade final em dias dos animais.

### 3.5. Análises dos dados

Cada desova era proveniente do acasalamento de um macho com uma fêmea (acasalamentos de pares simples). Assim, foram utilizadas 3168 observações de 681 animais que iniciaram o trabalho. Após os devidos descartes restaram ao final deste trabalho 224 animais. Estes foram abatidos para cálculo do peso de carcaça eviscerada e rendimento de carcaça. Admitiu-se que a população não era consangüínea.

A estimativa dos componentes de variância e covariância para a obtenção das herdabilidades e correlações foram obtidos pelo Proc Mixed, aplicando modelo de unicaracterística via REML (Máxima Verossimilhança Restrita), utilizando o programa estatístico SAS (2004).

O modelo estatístico utilizado para este caso foi:

$$y_{ijk} = \mu + s_i + c_j + e_{ijk}$$

Em que:

$y_{ijk}$  = animal k do acasalamento j do sexo i;

$\mu$  = Média geral;

$s_i$  = Efeito fixo de sexo,  $i = 1,2$ ;

$c_j$  = Efeito do acasalamento j,  $j = 1,2, \dots, 20$ ,  $c_i \sim \text{NID}(0, \sigma_c^2)$ ;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação  $y_{ijk}$ .

Quadro de ANOVA

<i>CV</i>	GL	<i>QM</i>	<i>E(QM)</i>
Sexo	1	$QM_{\text{sexo}}$	
Entre acasal.	s - 1	$QM_{EA}$	$\sigma_e^2 + k\sigma_c^2$
Desc/acasal.	s(d-1)	$QM_{DA}$	$\sigma_e^2$

$$\sigma_e^2 = QM_{DA} \qquad \sigma_c^2 = \frac{QM_{EA} - QM_{DA}}{K}$$

Em que:  $K = 1/s - 1(N - (\sum n_j^2 / N))$

Onde:

N = Número total de dados da característica

$n_j$  = Número de descendentes do acasalamento j

Utilizando a covariância entre irmãos-completos, os componentes genéticos podem ser descritos como:

$$\text{cov.}(ci) = \text{cov.}(yij, yij') = E | yij - E(yij) || yij' - E(yij') |$$

$$\text{cov.}(ic) = E | u + ci + eij - u || u + ci + eij' - u |$$

$$\text{cov.}(ic) = E | ci^2 + eij \times eij' + \text{duplosprodutos} |$$

$$\text{cov.}(ic) = \sigma_c^2$$

$\sigma_c^2$  = Componente de variância de acasalamento

Que, em termos de componentes genéticos, pode ser escrita como:

$$\sigma_c^2 = \sigma(IC) = 1/2\sigma_A^2 + 1/4\sigma_D^2 \quad \text{Descrito por SILVA (1980)}$$

A herdabilidade foi estimada por:

$$\hat{h}^2 = 2\sigma_c^2 / \sigma_c^2 + \sigma_e^2$$

As correlações genéticas entre as características também foram obtidas utilizando o programa estatístico SAS (2004) e foram estimadas utilizando os componentes de covariância de acasalamento e calculadas do seguinte modo:

$$\sigma^2_{c(A+B)} = \sigma^2_{c(A)} + \sigma^2_{c(B)} + 2\sigma_{c(A,B)}$$

$$\sigma_{c(A,B)} = (\sigma^2_{c(A+B)} - \sigma^2_{c(A)} - \sigma^2_{c(B)}) / 2$$

$$r_g = (2\sigma_{c(A,B)}) / \sqrt{2\sigma^2_{c(A)} \cdot 2\sigma^2_{c(B)}} =$$

$$r_g = \sigma_{c(A,B)} / \sqrt{\sigma^2_{c(A)} \cdot \sigma^2_{c(B)}}$$

$$r_p = \sigma_{c(A,B)} + \sigma_{e(A,B)} / \sqrt{(\sigma^2_{cA} + \sigma^2_{eA})(\sigma^2_{cB} + \sigma^2_{eB})}$$

Em que:

$r_g$  = Correlação Genética;

$r_p$  = Correlação Fenotípica;

$\sigma_{c(A,B)}$  = Componente de covariância de acasalamento das características “A” e “B”, entre reprodutores;

$\sigma^2_{cA}$  = Componente de variância de acasalamento da característica “A” entre reprodutores;

$\sigma^2_{cB}$  = Componente de variância de acasalamento da característica “B” entre reprodutores;

$\sigma_{e(A,B)}$  = Componente de covariância do erro das características "A" e "B";

$\sigma_{eA}^2$  e  $\sigma_{eB}^2$  = Componente de variância do erro das características "A" e "B"

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Parâmetro de desenvolvimento

Foram obtidos os valores de oxigênio dissolvido na faixa de 2,4 a 5,2 mg/L e pH de 6,1 a 6,9. Os parâmetros de qualidade da água foram similares entre os tanques. Os valores de temperatura se encontram na figura 02.

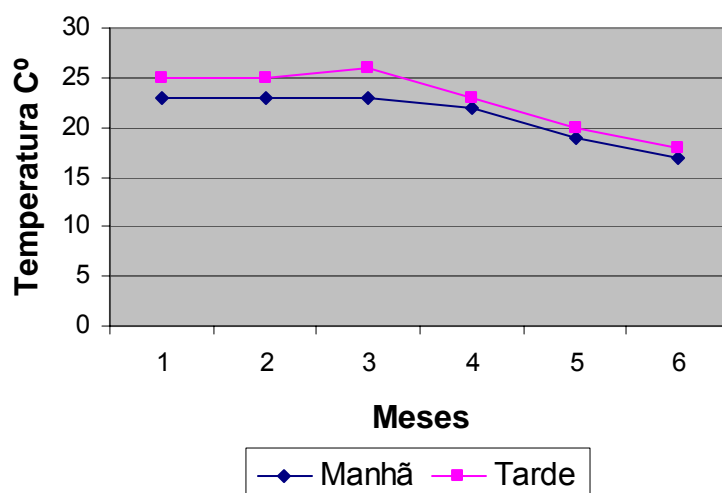


Figura-02 Valores de temperaturas médias mensais, mensurada às 8:00h e às 17:00h para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Os valores de temperatura observados na (figura 02) podem ter influenciado no desenvolvimento dos peixes em todas as fases do crescimento. Contudo, se compararmos os dados da figura de média mensal de temperatura (figura 02) com a figura do peso médio mensal de machos e fêmeas (figura 03) e a figura de comprimento total médio mensal (figura 04), é observada uma pequena variação negativa no peso e comprimento, tanto

para macho quanto para fêmea, somente a partir dos 150 dias de idade quando a temperatura atinge valores inferiores a 20 °C.

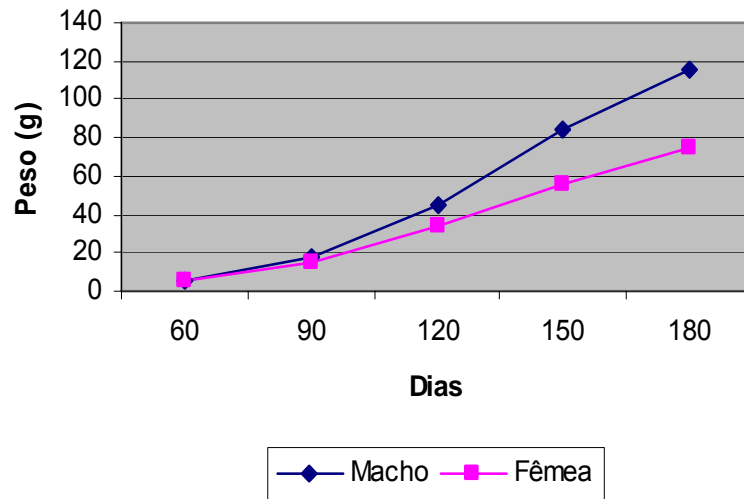


Figura 03 - Valores de peso médio mensal de machos e fêmeas por dias de experimento em tilápia do Nilo.

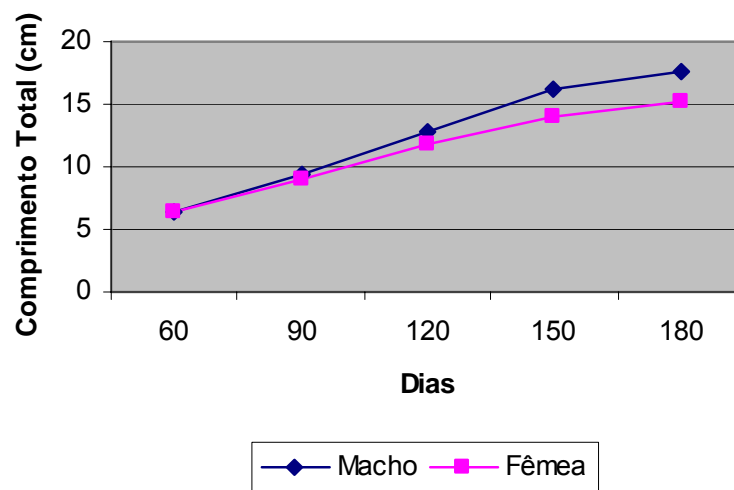


Figura 04 - Valores de comprimento Total médio mensal de machos e fêmeas por dias de experimento em tilápia do Nilo.

Segundo KUBITZA (2000), a faixa de temperatura ideal para essa espécie situa-se entre 27°C e 32 °C. Apesar de a maioria dos parâmetros

ambientais terem permanecido dentro da faixa tolerável para a espécie, o baixo peso médio pode ser atribuída não somente a temperatura, mas também à queda gradativa dos níveis de oxigênio dissolvido até o final deste estudo devido a pouca renovação da água. A taxa de renovação foi considerada baixa (57 L/hora) somente no período noturno das 18:00h as 8:00h. RAKOCY (1995), diz que o fluxo de água de 23 a 46 L/min para 45 kg de tilápia é suficiente para manter a boa qualidade da água. A influência da renovação da água no mesmo sistema, para produção de tilápia, também foi evidenciada por SIDDIQUI (1991) e VISSER e IOSIFOV (1995).

Observou-se que machos e fêmeas crescem em proporções diferentes em praticamente todas as idades dos animais. Isso já era esperado segundo CHARO-KARISA *et al.*, (2006), que observaram que o peso corporal inicial dos machos foi maior do que os das fêmeas, indicando que o dimorfismo sexual na tilápia do Nilo começa num estágio mais jovem. Ao atingir a maturidade sexual, as fêmeas canalizam energia de crescimento para a maturação de gônadas, o que se torna desvantagem, pois os machos irão mais pesados do que as fêmeas para o abate, KUBITZA (2000). Contudo, nesse trabalho foram observadas poucas fêmeas que possuíam gônadas desenvolvidas, possivelmente devido à temperatura considerada baixa para espécie. A seleção para maturação tardia pode ser estudada, já que poderá reduzir o efeito da maturação gonadal no crescimento de fêmeas, técnica adotada por GJENDREN e SKJERVOLD (1978) para resolver este tipo de problema em salmão. Todavia, trabalhos têm mostrado técnicas para obtenção de populações de machos através da inversão sexual com hormônios masculinizantes, KUBITZA (2000).

O diferencial de peso médio final entre machos e fêmeas foi de 40,99 g. Este valor foi superior aos encontrados por CHARO-KARISA *et al.*, (2006), que encontraram um diferencial entre machos e fêmeas de 29,3 g na geração inicial, 21g após duas gerações e de 37,9g após três gerações.

Não foi observado um desenvolvimento considerado satisfatório para a tilápia do Nilo, provavelmente devido às condições de renovação de água e densidade de 6.4 peixes/m<sup>3</sup>. A renovação de água de 15% do volume dos tanques no período noturno ou 57L/hora não era suficiente para manter a qualidade de água adequada para a tilápia do Nilo e por isso a densidade



final deste experimento não era adequada. Contudo, não era possível realizar mais descartes devido a pouca informação produzida pela quantidade de indivíduos restantes. LOVSHIN (1997), relatou que tilápias com peso inicial de 20 a 30 g, estocadas em 70 a 200 peixes/m<sup>3</sup>, quando bem nutridas, em sistema de “raceway”, podem atingir de 450 a 500 g em 150 dias.

SILVA *et al.*, (2002), trabalhando com o desempenho produtivo dos alevinos de tilápia do Nilo, (*Oreochromis niloticus*) estocados em diferentes densidades de cultivo e dois níveis de renovação de água concluíram que a interação entre os fatores densidade de estocagem e troca total da água foi significativa para biomassa total, taxa de crescimento específico e rendimento de carcaça. Segundo os mesmos autores, o rendimento de carcaça foi semelhante na maior troca de água, enquanto na menor troca de água o rendimento de carcaça foi maior para as densidades menores. Ainda para os autores, respostas obtidas para peso final e ganho de peso foram cerca de 50,0% superiores quando a troca de água foi maior, e aproximadamente 9,0% inferiores a cada aumento da densidade de estocagem, independente da troca de água.

Diminuições no peso médio de 122,4 para 87,4g da tilápia do Nilo estocada na densidade de 64 peixes/m<sup>3</sup> à medida que a troca de água foi reduzida, também foram observadas por SIDDIQUI (1991), em sistema de raceway.

Menores pesos finais foram encontrados por SOUZA *et al.*, (1996) e Bernardes *et al.*, (1998) para tilápia do Nilo, e por PÁDUA *et al.*, (1998) para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), com o aumento da densidade de estocagem. Para SOUZA *et al.*, (1996) e BERNARDES *et al.*, (1998) a pouca renovação de água e alta densidade também pode causar competições entre os indivíduos, aumentando a variação entre pesos.

Os valores de ganho de peso diário dos animais foram de 0,64g para machos e 0,41g para fêmeas e do ganho de comprimento diário foram de 0,097 cm para machos e 0,083 cm para fêmeas.

As taxas de crescimento específico encontrado por SILVA *et al.*, (2002), apresentaram tendência de queda com o aumento da densidade de estocagem dos peixes, concordando com BERNARDES *et al.*, (1998) e

PÁDUA *et al.*, (1998). Por outro lado, este parâmetro foi fortemente influenciado pela troca de água, sendo significativamente superior na maior troca, de forma semelhante ao encontrado por SIDDIQUI (1991) e PÁDUA *et al.*, (1998).

Os valores de rendimento de carcaça com cabeça, não diferiram estatisticamente entre macho e fêmea, podendo ser atribuído a uma grande percentagem de fêmeas que não apresentaram gônadas sexuais desenvolvidas ao final do experimento, sendo o rendimento de carcaça de 87,93% para macho e 87,88% para fêmea. Porém, os valores de peso da carcaça eviscerada foi de 100,62g para machos e de 64,25g para fêmeas. Os resultados de rendimento de carcaça podem ser considerados semelhante aos resultados obtidos por SOUZA *et al.*, (2000), para o rendimento de carcaça sem cabeça, já que podemos considerar que o rendimento de cabeça pode ser de 30,67% segundo os mesmos autores. Os valores obtidos por estes autores para o rendimento de carcaça sem cabeça foram de 57,13% a 61,91% em função da categoria de peso de 250-400 g e 401-550 g, respectivamente.

Segundo CONTRERAS (1994), a carcaça dos peixes é composta apenas pelo tronco com pele e sem escamas, isto é, sem cabeça, vísceras e barbatanas. Contudo, dependendo da região de comércio, é possível constatar várias formas de comercialização de tilápia do Nilo como, por exemplo: posta, file peixe eviscerado sem cabeça e peixe eviscerado com cabeça.

GJERDE e GJEDREM (2003), estimaram valores de rendimento de carcaça para o salmon do Atlântico em torno de 89%  $\pm$  3, 3% e na truta Arco-Íris em torno de 82%  $\pm$  4,7%, resultados também considerados semelhantes aos obtidos neste estudo.

De acordo com FREITAS e GURGEL (1984), as vísceras perfazem uma porcentagem de 11,2% em relação ao peixe inteiro, enquanto a tilápia do Congo apresenta uma porcentagem inferior, em torno de 8,3%. CONTRERAS (1994), afirma que em peixes ósseos, as vísceras correspondem a 11% do peso dos peixes inteiros, sendo comparativamente menos volumosas que as dos animais terrestres. Considerando-se o rendimento de carcaça sem cabeça e sem vísceras, NOVATO e VIEGAS

(1997) verificaram um rendimento de 75,5%, para a tilápia vermelha da Florida, pesando de 451 a 550g.

Menores perdas em termos de rendimento de carcaça estão associadas à destreza do operador no ato do processamento do pescado, sugerindo a necessidade de treinamento e seleção de operadores para obtenção de melhores resultados, (RIBEIRO *et al.*, 1998; SOUZA *et al.*, 1999 b).

#### **4.2. Herdabilidades**

As herdabilidades para peso aos 60 dias (P60), peso aos 150 dias (P150), comprimento aos 60 dias (C60), comprimento aos 150 dias (C150), ganho de peso diário (GPD), ganho de comprimento diário (GCD), peso de carcaça eviscerada (CE) e rendimento de carcaça (RC) estão representadas na (tabela 01). A herdabilidade para (P60) foi estimada em 1,36. Este valor maior que 1 e também os outros valores altos encontrados neste trabalho, podem ocorrer quando se tem um banco de dados considerado pequeno. NEIRA *et al.*, (2006), trabalhando com salmon Coho (*Oncorhynchus kisutch*), selecionando populações para peso na despesca e desova precoce durante 4 gerações, estimaram herdabilidades por regressão. Nos dois casos, valores calculados foram maiores do que o valor de herdabilidades máximo igual a 1. O autor concluiu que a resposta foi superestimada devido a um efeito ambiental positivo que não foi quantificado.

Tabela 02 - Estimativas de Herdabilidades ( $h^2$ ) para peso aos 60 dias (P60), peso aos 150 dias (P150), comprimento aos 60 dias (C60), comprimento aos 150 dias (C150), ganho de peso diário (GPD), ganho de comprimento diário (GCD), carcaça eviscerada (CE) e rendimento de carcaça (RC) de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Parâmetros	$h^2$
P 60	1,36
P150	0,91
C60	0, 94
C150	0, 95
GPD	0, 87
GCD	0, 60
CE	1, 00
RC	0, 21

O valor alto da herdabilidade para (CE), obtidos para a Tilápia do Nilo, poderá ser explorados em futuros trabalhos de melhoramento, com o objetivo de aumentar o peso da carcaça eviscerada.

Sendo a parte comestível o que interessa ao consumidor, AGOSTINHO (1988), que também observou valor alto de herdabilidade para peso e comprimento de pernas e coxas em Rã Pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*), diz que tal caráter torna-se comercialmente interessante quando o animal é comercializado limpo ou pronto para ser preparado.

O valor da herdabilidade para P150 foi maior do que aqueles encontrados por CHARO-KARISA *et al.*, (2006), que acharam estimativa de herdabilidades para peso corporal na idade de abate de 0,60, 0,38 e 0,51 em três gerações sucessivas para tilápia do Nilo. Tanto as estimativas de herdabilidades encontradas por CHARO-KARISA *et al.*, (2006) e a do atual trabalho, indicam que ganhos genéticos podem ser obtido através de seleção massal. Contudo, a literatura indica vasta variação da estimativa da herdabilidades (TAVE e SMITHERMAN, 1980; EKNATH *et al.*, 1981; BOLÍVAR e NEWKIRK, 2002; PONZONI *et al.*, 2005; RUTTEN *et al.*, 2005

a,b) para peso corporal de tilápia do Nilo adultas em diferentes sistemas de produção.

As estimativas de herdabilidades para C60, C150, GPD e CE consideradas altas, podem ter ocorrido devido ao fato das herdabilidades terem sido estimadas apenas em uma geração que não sofreu nenhum processo de seleção. WANG. *et al.*, (2006), trabalhando com avaliação genética de matrizes e reprodutores de híbridos de Striped Bass (*Morone chrysops* ♀ x *Morone saxatilis* ♂) avaliaram 801 animais criados em ambiente comum e estimou herdabilidade para peso, baseado na média de família. Os valores obtidos foram de 0,85 para matrizes e de 0,77 para reprodutores. Segundo CARVALHO *et al.*, (2001), quando a estimativa de herdabilidade é feita com base em apenas um ano e um local, a variância genética sofre ação dos fatores de interações que possam estar presentes, e com isso ocorrer uma super estimativa da variância genética e, conseqüentemente, poderá provocar um erro na estimativa de valores, obviamente inflacionando a herdabilidade. Para isso, o mais empregado e com maior precisão é a utilização de mais de um ano e/ou local. CHAROKARISA *et al.*, (2006), trabalhando com tilápia do Nilo, para separar efeitos de ano de efeitos genéticos, planejaram a produção da progênie por um numero de reprodutores em mais de uma geração, mesmo assim tendo valores de herdabilidades considerados altos de 0,38 a 0,60 para característica de peso.

As estimativas de herdabilidades para C60 e C150 tiveram valores semelhantes entre si. GJERDE e GJEDREM (2003), obtiveram valores de herdabilidade para comprimento de carcaça de 0,35 e 0,26 para o salmon do Atlântico e na truta Arco-Íris, respectivamente.

Essas estimativas também podem mudar de acordo com o momento de desenvolvimento do indivíduo, como foi demonstrado em estudos com carpa comum (*Ciprinus carpio*), os quais ocorreram mudanças na estimativa para o comprimento de 0,49; 0,15; 0,24 e 0,21 para 1, 2, 3 e 4 anos de idade, respectivamente (REAGAN *et al.*, 1976; SMISEK 1980; TAVE e SMITHERMAN 1980). Entretanto, em estudos com lubina (*Dicentrarchus labrax*), estimações para comprimento tende a aumentar com a idade, SAILLANT *et al.*, (2006). Ainda sobre a herdabilidade, PÉREZ (1996) diz que

as estimativas em geral para ganho de peso em peixes são baixas ( $<0,25$ ), o que não foi observado neste trabalho. Assim, FALCONER (1981) diz que a estimação depende do método utilizado, número de indivíduos e forma de realização do experimento.

As estimativas de herdabilidades para GPD e GCD foram também relativamente altas. WANG, *et al.*, (2006), estimou herdabilidades para taxa de crescimento baseado no peso em híbridos de Striped Bass (fêmeas de *Morone chrysops* X machos de *Morone saxatilis*), usando média de família e estas foram de 0,82 para matrizes e de 0,81 para reprodutores. Resultados similares foram obtidos com dados de taxa de comprimento. Estas estimativas, também altas, confirmam a teoria de que estimações de parâmetros genéticos podem ser inflacionadas quando se trabalha com uma população que ainda não sofreu nenhum processo de seleção.

A estimativa para (RC), foi considerada baixa. GJERDE e GJEDREM (2003), também observaram valores considerados baixos para esta característica em salmon do Atlântico e truta Arco-Íris.

### **4.3. Correlações**

As Correlações Genéticas e Fenotípicas entre peso aos 60 dias de idade e peso aos 150 dias de idade (P 60 x P 150), peso e comprimento aos 60 dias (P60 x C60), peso e comprimento aos 150 dias (P150 x C150), peso aos 60 dias e carcaça eviscerada (P60 x CE) e peso aos 150 dias com carcaça eviscerada (P150 x CE) estão representadas na (tabela 02).

As altas Correlações Genéticas e Fenotípicas entre P60 x P150, P60 x C 60, P150 x C150 e P150 x CE sugerem, dada a magnitude das correlações genéticas entre as características, que os mesmos genes estão envolvidos na expressão das características, FALCONER e MACKAY (1996). É possível obter animais mais pesados, compridos e com maior peso de carcaça eviscerada quando se seleciona para característica de peso.

Tabela 02 - Correlação Genética ( $r_g$ ) e Fenotípica ( $r_p$ ) entre Peso aos 60 dias de idade e peso aos 150 dias de idade (P 60 x P 150), peso e comprimento aos 60 dias (P60 x C60), peso e comprimento aos 150 dias (P150 x C150), peso aos 60 dias e carcaça eviscerada (P60 x CE) e peso aos 150 dias e carcaça eviscerada (P150 x CE) de Tilápia do Nilo

Parâmetros	$r_g$	$r_p$
P60 x P150	+ 0, 70	+ 0,36
P60 x C 60	+ 0, 84	+ 0,67
P150 x C150	+ 1, 00	+ 0, 87
P60 x CE	+ 0, 48	+ 0, 32
P150 x CE	+ 0, 76	+ 0, 85

Para os altos valores das Correlações Genéticas e Fenotípica entre P150 x CE, podemos concluir que não é necessário o abate do animal para ser avaliado o peso da carcaça eviscerada.

O valor da Correlação Genética para P60 x P150 estimado foi inferior aquela encontrada por TAVE e SMITHERMAN (1980), que estimou Correlação Genética acima de 0,9 entre 100 dias de idade e todas as idades acima de 115 dias para tilápia do Nilo. Contudo, devido ao valor obtido neste estudo, podemos dizer que é possível selecionar animais mais precocemente para característica de peso.

As Correlações Genéticas de (P60 x C60) e (P150 x C150) obtidas “aqui”, concordam com GJERDE e GJEDREM (2003), que observaram Correlação Genética entre peso da carcaça eviscerada e comprimento de 0,99 e 0,96; entre peso da carcaça não eviscerada e comprimento de 0,92 e 0,84 para o salmão do Atlântico e a truta Arco-Íris respectivamente, logo, o ganho genético proveniente da seleção para peso implicará em ganhos nestas características correlacionadas. A relação entre peso e comprimento segundo AGOSTINHO (1988), que trabalhou com rã Pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*), possibilita a estimativa do comprimento do indivíduo através do conhecimento do peso, além de possibilitar medir a variação do peso

esperado para determinado comprimento, ou lote, como indicação de sua condição de desenvolvimento.

O mesmo autor relata que a medida do comprimento toma muito tempo nas biometrias, conseqüentemente, limita a utilização de maior número de animais nos trabalhos de estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos, além da demora do manejo dos animais causarem mais estresse. Em peixes isso não é diferente, logo, a medida do comprimento não se faz tão necessária para a tilápia do Nilo, uma vez que esta característica foi altamente correlacionada geneticamente neste trabalho com o peso na idade de 60 dias e altamente correlacionada genética e fenotipicamente na idade de 150 dias. AGOSTINHO (1988), também encontrou alta correlação positiva genética e fenotípica de peso e comprimento para rã, concluindo que não é necessária a obtenção do comprimento desses animais.

Para TAVE e SMITHERMAN (1980), as correlações genéticas e fenotípicas para a tilápia do Nilo entre comprimento do animal e seu peso foram de 0,94 a 1,00, tanto para 45 dias quanto para 90 dias de idade. Para esse autor, a seleção massal pode não ser importante nesse contexto já que a herdabilidade para esta característica é baixa e o desvio padrão foi pequeno. Porém, os valores altos para herdabilidade encontrados neste trabalho e a Correlação Genética de PC60 e de PC150 também alta, nos mostra que a seleção para peso, certamente estará contribuindo para ganhos consideráveis também no tamanho da tilápia do Nilo, sendo preciso realizar apenas mensurações para uma dessas características.

Para P60 x CE o valor estimado da Correlação Genética neste trabalho foi considerado baixo. Para GJERDE e GJEDREM (2003), a Correlação Genética entre peso corporal eviscerado e não eviscerados foi estimada em 1.00 em Salmon do Atlântico e truta Arco-Íris. Entretanto, para o valor obtido da Correlação Genética para P150 x CE, podemos dizer que é possível obtermos carcaças mais pesadas quando selecionamos para peso em idades mais avançadas (150 dias).



## 5. CONCLUSÕES

Os valores altos de herdabilidade para peso, comprimento, ganho de peso diário e ganho de comprimento diário obtidos para a tilápia do Nilo, poderão ser explorados em futuros trabalhos de melhoramento, com o objetivo de obter peixes com melhor desempenho. A herdabilidade também foi considerada alta para característica de carcaça eviscerada. Tal caráter torna-se comercialmente interessante quando o peixe é comercializado limpo ou pronto para ser preparado.

A correlação genética obtida para peso aos 60 dias e peso aos 150 dias, nos mostra que é possível obter peixes mais pesados quando é aplicada seleção precoce na tilápia do Nilo.

Foram obtidas correlações genéticas altas entre o peso e o comprimento total, logo, a medida do comprimento poderá ser dispensada, pois a obtenção desta medida é demorada, causando estresse nos peixes além de limitar a utilização de um maior número de animais nos programas de avaliação genética de tilápia do Nilo.

A correlação genética entre peso aos 150 dias e carcaça eviscerada foi alta. Isso implica que podemos obter carcaças mais pesadas quando selecionamos para característica de peso.

É preciso que mais investimentos compatíveis com a perseverança e conhecimento de nossos pesquisadores, sejam implementados em pesquisas de avaliação genética de peixes no Brasil, de modo a possibilitar estruturas de dados maiores e estimativas mais acuradas de parâmetros genéticos nas várias espécies de peixes com potencial para serem exploradas em um programa de melhoramento. Com isso é possível proporcionar uma piscicultura mais competitiva, promissora e rentável ao país.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C.A. (1988). Estimativa dos Parâmetros Genéticos e Fenotípicos de Características de Produção em Rã-Pimenta, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824), Universidade Federal de Viçosa-Tese.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA (ANUALPEC), (2007), página 287-289
- BALARIM, J.D. HALLER.R.D. (1982). The Intensive Culture of Tilapia in Tanks Raceways and Cages. In: MUIR, J.F. ROBERTS, R.J (Ed).Recent advences in Aquiculture. Londres: Croom Helm, p.267-355.
- BEARDMORE, J.A.; MAIR, G.C.; LEWIS, R.I. (2002). Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *Aquaculture*, v.197, p.283-301, 2001.
- BERNARDES, M.V.S. et al (1998). Efeito da densidade de estocagem no desempenho produtivo da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantida em sistema de criação intensiva, tipo raceway, durante o inverno. *An. Esc.Agr. Vet. UFG, Goiânia*, v.28, n.2, p. 83-93.
- BOLIVAR R.B. and NEWKIRK G.F. (2002). Response to within family selection for body weight in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using a single-trait animal model, *Aquaculture* 204, pp. 371–381.
- BOSCOLO W.R, HAYASHI.C, SOARES C.M, FURUYA.W.M, MEURER. F, (2001). Desempenho e Características de Carcaça de Machos Revertidos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Linhagens Tailandesa e Comum,

- nas Fases Inicial e de Crescimento, Rev. Bras. Zootec. vol.30 no.5 Viçosa Sept./Oct.
- BOSCOLO, W.R.; CANZI, C. (1998).The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. Aquaculture, v.114, p.93-101.
- CARBERRY, J.; HANLEY, F. (1997). Commercial intensive tilapia culture in Jamaica. In: Simposio Centro americano de acuicultura, 4, Honduras, 1997. Anais. Honduras: ANDAH/Word Aquaculture Society.p.64-67.
- CARDELINO R, ROVIRA J. (1987). Mejoramiento genético animal. 2<sup>nd</sup> ed. Montevideo: Hemisferio Sur . p 65-91.
- CARVALHO, I.F.; SILVA, S.A; KUREK,J; MARCHIORO, V, S. (2001). Estimativas e Implicações da Herdabilidade como Estratégia de Seleção. Universidade Federal de Pelotas.
- CARON, N.; MINVIELLE, F.; DESMARAIS, M. (1990). Mass for 45 day body weight in japanese quail: selection response carcass composition, cooking properties, and sensory characteristics. Poultry Science, v.69, n.7, p.1037-1045.
- CASTILLO L.F. (2003). La tilapia roja. Una evolución de 22 años de la incertidumbre al éxito, URL: <http://www.produce.gop.pe/mipe/dna/doc/ctilapia-i.pdf>.
- CHARO-KARISA, KOMEN; H; REZEK, M, A; PONZONI, R,W; ARENDONK, J,A,M; BOVENHUIS, H. (2006). Heritability estimates and response to selection for growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. Aquaculture 261, 479-486.
- CONTRERAS, E.G. (1994). Bioquímica de pescados e derivados. Jaboticabal: FUNEP.

- EKNATH, A.E, TAYAMEN, M.M; PALADA-DE VERA, M.S; DANTING, J.C; REYES, R.A; DIONISIO, E.E; CAPILI, J.B; BOLIVAR, H.L; ABELLA, T.A; CIRCA, A.V; BENTSEN, H.B; FALCONER, D.S; MACKAY, T.E.C. (1996). Introduction to Quantitative Genetics, 4<sup>nd</sup> edition. Pearson Education Ltd., Harlow, England.
- FALCONER D.S. (1981). Introducción a la genética cuantitativa. México: Compañía Editorial Continental S. A.
- FARIA, R. H. S., Souza, M. L. R., Pereira R. (2003). Avaliação de diferentes posições de marcação externa em juvenis de tilápia *Oreochromis niloticus* (Cichlidae), Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, vol.25, no.2, p. 273-276.
- FREITAS, J.V.F.; Gurgel, J.J.S. (1984). Estudos experimentais sobre a conservação da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L. 1766) Trewavas, armazenada no gelo. Bol. Tec. Dep. Nac. Obras Contra Secas, Fortaleza, v. 42, p. 153-178.
- GJERDE B. AND GJEDREM T. (2003). Estimates of phenotypic and genetic parameters for carcass traits in Atlantic salmon and rainbow trout. Aquaculture, volume 36, issues1-2, pag. 97-110.
- GJERDE, B; GJOEN, H.M; VILLANUEVA, B. (1996). Optimum designs for fish breeding programs with constrained inbreeding: mass selection for normally distributed traits. Lives.Prod.Sci.47, 59-72,
- GJEDREN, T; SKJERVOLD, H. (1978). Improving salmon and trout farm yields through genetics. World Review of Animal Production, 14(3), 29-38.
- GRANDA M. N M., AGUIRRE M. C. B., (2007). La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 20:1.

- HOUSSAY BA. (1930). Acción sexual de la hipófisis en los peces y reptiles. Rev Soc Arg Biol, v.6, p.686-688.
- IHERING RV. (1935). Die wirkung von Hypophyseinjektion auf den Laichakt von Fischen. Zool Anz, v.111, p.273-279
- INPA. (1998). Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Serie fundamentos N°3. 342 p.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. (1991). Cichlid fishes: behavior, ecology and evolution. Fish and fisheries. Chapman & Hall, 378p.
- KIRPICHNIKOV V.S. (1981). Genetic bases of Fish Seletion. New York : Springer-Verlag, , 410p.
- KUBITZA, F. (2000). Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. 1º. ed. Jundiaí: F. Kubitza. 285 p.
- LOVSHIN, L.L. (1997). Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, Piracicaba. Anais... Campinas: CBNA, 1997. p. 137-164.
- MARENGONI, N.G. (2006). Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. Arch. Zootec. 55 (210): 127-138.
- MILAGRES J.C., (1981) Interação genótipo – ambiente In: Melhoramento Animal Avançado (seleção) Cap. IV, UFV, Viçosa, MG. p.39-53.
- MOREIRA, H. L. M. (2001). Genética e Melhoramento de Peixes. In: Fundamentos da Moderna Aqüicultura. Canoas: Ed. Ulbra,. p.135-147.
- NEIRA R., DÍAZ N. F., GALL G. A.E., GALLARDO J. A., LLORENTE J. P., ALERT A. (2006). Genetic improvement in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*).II: Selection response for early spawning date. Aquaculture, 257,1-8.

- NOVATO, P.F.C.; VIEGAS, E.M.M. (1997). Carcass yield analysis of Florida Red Tilapia in three weight classes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOLOGY OF TROPICAL FISHES, Manaus. Abstracts... Manaus: INPA. p.150.
- OGUZ, I.; ALTAN, O.; KIRKPINAR, F. (1996) Body weights, carcass characteristics, organ weights, abdominal fat and lipid content of liver and carcass on two lines of japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*), unselected and selected for four week body weight. British Poultry Science, v.37, n.3, p.579-588.
- PADUA, D. M. C.; SILVA, PAULO CÉSAR; PADUA, JOÃO TEODORO ; FERNANDES, CÍNTIA M. ; ANDRADE, MICHELLE A . (1998). Efeito da densidade de lotação e renovação da água no desenvolvimento do Pacu, *Piaractus mesopotamicus*. Anais da Escola de Agronomia e Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, v. 28, n. 1, p. 43-53.
- PEREIRA, J.C.C., (2004). Interação genótipo – ambiente In: Melhoramento Genético – aplicação à produção Animal. Cap. 8, FEPMVZ-Editora. Belo Horizonte.. p.109-114.
- PÉREZ J.E. (1996). Mejoramiento genético en acuicultura. Instituto de Oceanografía da Venezuela. Universidad de Oriente. Cumaná: Imprenta universitaria . 178p.
- PHELPS, R.P.; POPMA, T.J. (2000). Sex Reversal of Tilapia. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J. E. (Ed.). Tilapia aquaculture in the Americas. Louisiana: The World Aquaculture Society, v.2,p.34-59.
- PONZONI, R.W; HAMZAH, A; Tan, S; Kamaruzzaman, H; (2005). Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 247, 203-210.

- POPMAN, T. J.;LOVSHIN, L.L. (1996). Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Alabama: International Center for aquaculture and Aquatic Environments, 23p. (Research and Development Series, 41).
- PROENÇA, E.C.M., BITTENCOURT, P.R.L. (1994). Manual de piscicultura Tropical. Brasília: IBAMA, 195p.
- RAKOCY, J.E. (1995). Tank culture of Tilapia. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication, Auburn, n. 282, 4p.
- REAGAN RE, PARDUE GB, EISEN ES. (1976). Predicting selection response for growth on channel catfish. *J Hered* 67:49-63.
- REUNIÓN ANUAL SOCIEDAD DE GENÉTICA DE CHILE. (2000). Perspectivas de la paliación de biotecnologías en la acuicultura. Chile: Grupo de Ciencias de la Acuicultura;
- RIBEIRO, L.P. (1998). Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis spp.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10. 1998, Recife. Anais... Recife, p. 773-778.
- RUTTEN, M.J.M; BOVENHUIS, H; KOMEN, H. (2005 a). Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L). *Aquaculture* 246, 125-132.
- RUTTEN, M.J.M; BOVENHUIS, H; KOMEN. H. (2005 b). Longitudinal genetic analysis of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) body weight using a random regression model. *Aquaculture* 246, 101-113.
- SAILLANT E, DUPONT-NIVET M, HAFFRAY P, CHATAIN B. (2006). Estimates of heritability and genotype–environment interactions for body weight in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L) raised under communal rearing conditions. *Aquaculture*; 254:139–147.

- SAS, (2004). Statistical Analysis Software Institute, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- SCORVO FILHO, J.D. O Agronegócio da aqüicultura: perspectivas e tendências, Zootecnia e o Agronegócio, Zootec. Brasília, 28-31/maio, 2004
- SIDDIQUI, A.Q. (1991). Effects of water exchange on *Oreochromis niloticus* (L.) growth and water quality in outdoor concrete tanks. *Aquaculture*, Amsterdam, v.95, p. 67-74.
- SILVA M.A., (1982). Eficiências relativas das informações do candidato à seleção e dos parentes próximos In: Melhoramento animal (métodos de seleção) Viçosa. UFV, Impr, Univ., p.236-249.
- SILVA P. C., Kronka S. N., Tavares S. L.H. e Souza V. L. (2002). Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em "raceway", Maringá, *Acta Scientiarum* v. 24, n. 4, p. 935-941.
- SILVA, M.A. (1980) Métodos de estimação de componentes genéticos. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 49p.
- SMISEK J. (1980). Considerations of body conformations, heredability and biochemical characters in genetic studies of carpa in Czechoslovakia. *Abstract in Animal Breed Abs* 48:302.
- SOUZA, M. L. R.; CASTAGNOLLI, N.; KRONKA, S. N. (1997). The Effect of Different Aeration Systems and Stocking Densities on the Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*).. In: *World Aquaculture' 97, Book of Abstracts*. SEATTLE, WASHINGTON - USA. p. 397-398.
- SOUZA, M.L.R., MARANHÃO. T.C.F (2000). Rendimento do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): tipos de corte de cabeça em duas categorias de peso. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n. 3, p. 701-706.



- SOUZA, M.L.R., MARANHÃO. T.C.F (1999). Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre o rendimento de carcaça, filé e pele da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Rev. Bras.Zoot., Viçosa, v.28, n.1, p. 1-6,.
- TAVE D. (1986). Genetics of quantitative phenotypes. In: Genetic for fish hatchery managers. Connecticut: Westport, pag. 115-160.
- TAVE D, SMITHERMAN RO. (1980). Preidicted response to selection for early growth in tilapia nilótica. Trans Animal Fish Soc, 439-445.
- VISSER, J.G.J.; IOSIFOV, J. (1995). Observations on the effects of water exchange rate on the growth rate of *Oreochromis mossabicus* (Peters). Part 1: Production fish over a period of 200 days. Water SA, Pretoria, v.21, n.1, p. 75-80.
- WATTIAUX M.A. (2001). Principios de selección. Instituto para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. Universidad de Wisconsin-Madison. p. 57-60.
- WANG X., ROSS K. E., SAILLAND E., GATLIN III D. M., GOLD J. R. (2006). Quantitative genetic and heritability of growth-related traits in hybrid striped bass (*Morone chrysops femea x Morone saxatilis macho*). Aquaculture, 261, pag.535-545.
- WEDLER E. (1998). Introducción en la Acuicultura con énfasis en los geotropicos. Santa Maria: Eds. E. Wedler; p. 304 – 346.
- ZIMMERMANN, S. E HASPER T.O.B. (2003). Piscicultura no Brasil: o processo de intensificação da tilapicultura. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ. CD ROOM.