

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE
CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO E DE
RENDIMENTO DE FILÉ DE GRUPOS GENÉTICOS DE
TILÁPIAS DO NILO**

Autora: Natalí Miwa Kunita
Orientador: Prof.^o Dr. Ricardo Pereira Ribeiro

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2014
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE
CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO E DE
RENDIMENTO DE FILÉ DE GRUPOS GENÉTICOS DE
TILÁPIAS DO NILO**

Autora: Natalí Miwa Kunita

Orientador: Prof.^o Dr. Ricardo Pereira Ribeiro

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2014

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação
da Biblioteca Central da UEM

Kunita, Natalí Miwa.

Estimação de parâmetros genéticos de características de desempenho e de rendimento de filé de grupo genéticos de tilápias do Nilo / Natalí Miwa Kunita. – Maringá, 2014.

43 f. -

Orientador: Ricardo Pereira Ribeiro

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, PR, 2014.

Bibliografia.

1. Rendimento de filé. 2. GIFT. 3. Chitralada. 4. Bouaké. I. Ribeiro, Ricardo Pereira. II. Título.

CDD: 636



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS, DE
CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO E DE
RENDIMENTO DE FILÉ DE GRUPOS
GENÉTICOS DE TILÁPIAS DO NILO**

Autora: Natali Miwa Kunita

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 28 de fevereiro de 2014.

Prof. Dr. Lauro Daniel
Vargas Mendez

Prof. Dr. Nelson Mauricio
Lopera Barrero

Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro
(Orientador)

Desistir... Eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério. É que tem mais chão nos meus olhos do que cansaço nas minhas pernas; mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.

Cora Coralina

*Aos meus pais, por acreditarem em mim, pela força, compreensão
e amor.*

Ao antian, pelo incentivo, ensinamentos e paciência.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida e pela oportunidade de estudar, pelo crescimento pessoal e intelectual.

Agradeço pela variância genética à:

Meus pais Akio e Luise Kunita, por serem meu porto seguro, meu chão e por suas orações. Ditian Kichiro Makino, que mesmo não estando entre nós, é um grande incentivador dos meus estudos. Antian Marcos Kunita, pela ajuda principalmente no início dessa fase de mudança da minha vida, nos estudos e por sempre me aconselhar a ir em busca de nossos sonhos.

Agradeço pela variância fenotípica à:

Universidade Estadual de Maringá, em especial ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização desse trabalho.

À CAPES, pela bolsa de estudo;

Professor Ricardo Pereira Ribeiro, por ser meu orientador e acima de tudo amigo, por sempre me ajudar nas horas difíceis, pela confiança e apoio. Também agradeço pela oportunidade de ingressar no grupo de pesquisa Peixegen, durante a graduação, ao qual eu devo meu crescimento acadêmico e profissional.

Professor Carlos A. Lopes de Oliveira, pelos ensinamentos, paciência e principalmente por ser meu amigo.

Grazyella Massako Yoshida, por ser minha “irmãzinha” do coração, companheira, “pau pra toda obra” sempre.

Lívia Matsumoto da Silva, por ser minha amiga “grude” desde o primeiro dia de aula da graduação, pelo apoio e paciência.

Gabriel Soriani Rizzato, pela amizade, companheirismo e por me ajudar sempre que precisei. “Valeu mano!”

Grupo Peixegen: Melanie Digmayer, por ser minha ‘primeira mãezinha’, pela paciência, ensinamentos e tempo dedicado aos meus trabalhos. Sheila Nogueira Oliveira, por todos os ensinamentos, amizade e cafés na cantina do G56, Luiz Alexandre Filho, pela ajuda na realização do trabalho. Alexandra Inês dos Santos, por ter me mostrado o caminho a trilhar na vida acadêmica e por seus ensinamentos. E também Bárbara J.A. Matsubara, Ricardo S. Kabuki, Robson A. Matsuzaki, Eduardo A. Maeda, Renato Umbelino, por terem feito parte da minha vida em um momento de grande aprendizagem e “diversão”.

Amigos José Geraldo, Vitor Moisés Honorato e Cleiton Wellington dos Santos, por serem partes essenciais na realização desse trabalho, pessoas que ‘já tem seus lugarzinhos reservados no céu’ pois são responsáveis e trabalhadores.

Jorge Vieira Barbosa, Rodrigo Morgado R. Sousa e equipe Aquaporto Piscicultura, por serem

parte importante do meu crescimento profissional.

A todos os colegas do curso de Pós-graduação;

A todos os meus amigos e colegas não mencionados, da vida pessoal e acadêmica, pelo auxílio intelectual, pelos momentos de descontração e apoio emocional.

“Muito Thanks!”

BIOGRAFIA

Natalí Miwa Kunita, filha de Akio Kunita e Luise Makino Kunita, nasceu na cidade de Santa Fé do Sul, São Paulo, no dia 16 de abril de 1986.

Em dezembro de 2010, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR).

Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Mestrado, na área de Produção Animal – Piscicultura.

Em fevereiro de 2014, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação de mestrado.

ÍNDICE

	Páginas
Lista de Tabelas e Figuras	ixi
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO	1
1.1 – Características da espécie	2
1.2 – Melhoramento genético de peixes	4
1.3 - Rendimento de Cortes Comerciais	6
REFERÊNCIAS	8
ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO E DE RENDIMENTO EM TRÊS LINHAGENS DE TILÁPIAS DO NILO	12
Resumo	12
Abstract	13
Introdução	14
Material e Métodos	16
Resultados e Discussão	21
Conclusão	28
Referências	29

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	Páginas
Figura 1	Medidas corporais tomadas de cada peixe 17
Tabela 1	Indivíduos utilizados para gerar o conjunto de dados 16
Tabela 2	Médias posteriores e respectivos intervalos de credibilidade das herdabilidades (h^2), variâncias genética aditiva (σ^2a), residual (σ^2e) e fenotípica (σ^2p), ambiente comum de família (C^2) nas análises unicaracter 22
Tabela 3	Médias posteriores e respectivos intervalos de credibilidade das variâncias fenotípicas (σ^2p), herdabilidades (h^2), ambiente comum de família (C^2), correlações genéticas (r_a) e fenotípicas (r_p), herdabilidade (h^2 RFILE) e variância fenotípica (σ^2p RFILE) do rendimento de filé quando associado às outras características nas análises bicaracter 26
Tabela 4	Coefficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e de Pearson (abaixo da diagonal) entre as características morfométricas e de desempenho 27

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar os componentes de (co)variância, parâmetros genéticos, efeito comum de família e as correlações genéticas e fenotípicas para características de desempenho (ganho em peso diário - GPD e peso total) e de rendimento (área, volume, densidade corporal e rendimento de filé) de três grupos genéticos de tilápias do Nilo: GIFT, ½ sangue GIFT ½ sangue Chitralada e ½ sangue GIFT ½ sangue Bouaké. O conjunto de dados continha informações de 859 animais, sendo 563 machos e 296 fêmeas. Foram preditos valores genéticos de 968 animais na matriz de parentesco. Foram realizadas análises unicaracter de todas as características e bicaracter associando a característica rendimento de filé com ganho em peso diário, área, volume e densidade corporal. As análises foram realizadas a partir do Modelo Animal utilizando Inferência Bayesiana por meio da aplicação do programa MTGSAM (*Multiple Trait using Gibbs Sampler in Animal Model*). A convergência das cadeias foi testada por meio do método Heidelberger e Welch. As estimativas de herdabilidade para todas as características, tanto nas análises unicaracter quanto bicaracter variaram de 0,09 a 0,20 para rendimento de filé, indicando moderada magnitude. Para a associação entre rendimento de filé com GPD, o valor obtido da correlação genética foi -0.24, com intervalos de credibilidade contendo o valor zero, demonstrando a probabilidade de inexistência de associação genética entre essas características. Resultados semelhantes foram encontrados para as correlações genéticas entre o rendimento de filé e as demais características, indicando a necessidade de realização de um programa de melhoramento genético específico para o rendimento de filé.

Palavras-chave: Rendimento de filé, GIFT, Chitralada, Bouaké.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate (co) variance , genetic parameters , common effect of family and genetic and phenotypic correlations for performance traits (daily weight gain – GPD and total weight) and yield (area, volume , body density and fillet yield) of three genetic groups of tilapia : GIFT , ½ GIFT ½ Chitralada, 1/2 GIFT ½ Bouaké . The data set contained information from 859 animals being 563 males and 296 females. Breeding values of 968 animals in the relationship matrix were predicted. Single-trait analyzes of all traits and bicaracter associating trait fillet yield with daily weight gain , area, volume and density were performed . The analyzes were performed from the Animal Model using Bayesian inference by applying the MTGSAM program (*Multiple Trait Gibbs Sampler using in Animal Model*). The convergence of chains was tested by the method of Heidelberger and Welch. The heritability estimates for all traits, both in single-trait analyzes as bicaracter varied from 0.09 to 0.20 for fillet yield , indicating moderate magnitude. For the association between fillet yield with GPD , the value of the genetic correlation was -0.24 , with credibility intervals containing the zero value , showing the probability of no genetic association between these traits . Similar results were found for the genetic correlations between fillet yield and other traits, indicating the necessity of conducting a specific program of breeding for fillet yield

Key-words: Fillet yield, GIFT, Chitralada, Bouaké.

INTRODUÇÃO

A denominação para a palavra aquicultura é o conjunto de atividades relacionadas ao cultivo de organismos com hábitat predominantemente aquático. Dentro desse contexto está incluída a piscicultura que é um ramo da aquicultura que trata exclusivamente do cultivo de peixes. Os primeiros registros dessa atividade datam de 2 mil anos antes de Cristo, encontrados em inscrições faraônicas no Egito. No Brasil, os primeiros registros de criação de peixes datam da década de 1930, quando foram realizadas as experiências iniciais para obter a desova de espécies nativas em cativeiro.

A produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 168 milhões de toneladas em 2010, representando o incremento de aproximadamente 3% em relação a 2009. Os maiores produtores foram a China com aproximadamente 63,5 milhões de toneladas, a Indonésia com 11,7 milhões de toneladas, a Índia com 9,3 milhões de toneladas e o Japão com cerca de 5,2 milhões de toneladas. Neste cenário, o Brasil contribuiu com apenas 0,75% (1.264.765 t) da produção mundial de pescado em 2010, ocupando o 19º lugar, caindo na posição em relação ao ranking geral de 2009 (MPA, 2011).

Segundo MPA (2011), a produção de pescado nacional para o ano de 2011 foi de 1.431.974,4 toneladas, registrando o incremento de aproximadamente 13,2% em relação a 2010. A pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, sendo responsável por 553.670,0 t (38,7% do total de pescado), seguida pela aquicultura continental (544.490,0 t; 38,0%), pesca extrativa continental (249.600,2 t; 17,4%) e aquicultura marinha (84.214,3 t; ~6%).

A tilápia e o tambaqui foram as espécies mais cultivadas (253.824,1 t e 111.084,1 t respectivamente), as quais somadas representaram 67,0% da produção nacional de pescado da produção continental no ano de 2011. Contudo, também merecem destaque a produção de tambacu, carpa e pacu, que juntas representaram 20,1% da produção (MPA, 2011).

Segundo SCORVO FILHO (2010) o Brasil se insere como potência na produção de pescados pela sua capacidade hídrica e ambiental e com possibilidades de não cometer os mesmos erros que outros países cometeram, comprometendo o ambiente de produção aquícola.

Apesar de contar com várias espécies de peixes nativos que apresentam grande potencial para a atividade piscícola, a tilápia, introduzida no Brasil, proveniente da Costa do Marfim no oeste africano, em 1971, tem demonstrado maior viabilidade econômica graças, principalmente, às suas características adaptativas e de desempenho zootécnico. A excelente combinação desta espécie quanto aos aspectos fisiológicos, biologia reprodutiva, rusticidade plasticidade genética, desenvolvimento de linhagens domesticadas e comercialização, colocaram a frente na piscicultura (FITZSIMMONS, 2000).

1.1 – Características da espécie

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), é um ciclídeo nativo do continente Africano e da Palestina, oriunda da bacia do rio Nilo e se encontra difundida por todo o mundo, em vários países de clima tropical e subtropical, e foram introduzidas deliberadamente ou acidentalmente. Apesar de esta prática ser difundida há vários séculos, somente entre a década de 1920 e 1950 passaram a ser cultivados de forma intensiva (RIBEIRO, 2001).

Pertencente à família dos Ciclidae, subfamília Tilapiinae, *O. niloticus* recebeu esta classificação no início da década de 1980. É uma das espécies mais importante nos países de clima tropical e subtropical, com grande potencial zootécnico para a piscicultura e grande aceitação pelos produtores e consumidores (ZANIBONI FILHO, 2004; ZANOLO & YAMAMURA, 2006). É uma espécie que apresenta características favoráveis à criação, como: plasticidade genética, rusticidade, precocidade, tempo curto de cada geração, facilidade de comercialização, facilidade de adaptação às condições adversas de cultivo, resistência a presença de poluentes de natureza (BEYRUTH et al., 2004; EL-SAYED, 2006), boa qualidade de textura e sabor da carne, boa conversão alimentar, adaptação em altas densidades de estocagem, facilidade de reprodução em confinamento (AYROZA et al., 2006), utiliza tanto o alimento natural (fitoplâncton) como rações comerciais com baixos teores de proteínas, diminuindo assim, o custo de produção (FITZSIMMONS, 2000), alto valor comercial, com custo de produção relativamente baixo (ZIMMERMANN & HASPER, 2003).

As diversas espécies de tilápias que pertencem ao gênero *Oreochromis* correspondem ao grupo de peixes que mais cresce no mundo e, hoje, são criadas em mais de cem países (MASSAGO et al., 2010). Dentre as variedades comerciais de tilápias do Nilo existentes no Brasil, destacam-se Bouaké, Chitralada, Supreme e GIFT.

A variedade Bouaké foi a primeira variedade a ser introduzida oficialmente no Brasil, em 1971, proveniente de Bouaké (Costa do Marfim, na África), sendo trazida para Pentecostes no Ceará (CASTAGNOLLI, 1992) por meio do Convênio Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) / Centre Technique Forétier Tropical (CTFT) nos açudes do nordeste. Porém essa variedade apresentou baixo desempenho e problemas de ordem genética (WAGNER, 2004).

A variedade Chitralada, conhecida popularmente como ‘Tailandesa’, foi a segunda a ser importada, no ano de 1996, oriunda da Tailândia, sendo introduzida na região norte do estado do Paraná por meio de doação do Asian Institute Technology (SANTOS, 2006). Essa variedade foi domesticada desde a década de 1940, inicialmente no Japão e depois sofreu processo de melhoramento genético na Tailândia (ZIMMERMANN, 1999), e a sua introdução foi em conjunto com as técnicas de incubação artificial, e aperfeiçoando também a eficiência da técnica de reversão sexual tradicional.

Em 2002, foi introduzida a variedade Supreme – variedade GST (GenoMar Supreme Tilápia) (CYRINO et al., 2004), pela Piscicultura Aquabel, vinda da empresa Genomar, que desde 1999 vem desenvolvendo o programa de melhoramento genético nessa linhagem e difundindo-a para diversos países.

A variedade GIFT foi desenvolvida a partir de 20 anos de seleção pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM) - e posteriormente pelo Worldfish Center, e foram envolvidas quatro linhagens silvestres de tilápias capturadas em 1988 - 1989 no Egito, Gana, Quênia e Senegal, e quatro linhagens domesticadas, introduzidas nas Filipinas de 1979 a 1984, de Israel, Singapura, Tailândia e Taiwan (BENTSEN, et al., 1998).

Dessa forma, por meio de um convênio formado entre a Universidade Estadual de Maringá UEM - PR e o WorldFish Center (Malásia), com apoio da Secretaria de Pesca e Aquicultura (MPA), em março de 2005, foram enviadas 30 famílias da linhagem GIFT (20 indivíduos por família) para o Brasil, e assim iniciou o programa de melhoramento genético de tilápias em Maringá – PR. Dessa forma, o Brasil se tornou o primeiro país da América Latina a receber esta linhagem geneticamente melhorada.

Na Universidade Estadual de Maringá UEM - PR pelo grupo de pesquisas PeixeGen, foi dada sequência ao programa de melhoramento genético dessa espécie, que tem como objetivo de seleção aumento dos ganhos genéticos da linhagem, porém sempre se preocupando com a variabilidade genética populacional.

OLIVEIRA et al., (2011) analisando a variabilidade genética de três gerações da linhagem encontrou alta variabilidade intrapopulacional, indicando que o Programa de Melhoramento genético está sendo conduzido de modo correto.



Figura 1: Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT

1.2. Melhoramento genético de peixes

Pesquisas e aplicações de programas de melhoramento genético têm sido responsáveis pela maior eficiência da produção da agricultura e pecuária. Na produção animal, o processo de melhoramento genético tem sido mais aparente nas culturas de gado leiteiro, aves, bovinos de corte e suínos (SANTOS 2006).

A escolha de uma espécie de peixe para implantação do programa de melhoramento genético é dependente do domínio das técnicas de produção e reprodução, da adequação às condições específicas da produção e de ambiente e a demanda do mercado consumidor. Dessa forma, o atendimento destes pré-requisitos pode indicar uma espécie como potencial para implantação e estruturação da cadeia produtiva específica e, conseqüentemente, o estabelecimento de um programa de melhoramento genético (PONZONI, 2006).

O desenvolvimento de programas de melhoramento genético em peixes teve início na década de 1970, inicialmente com salmões e trutas (GALL & CROSS,1978; GJERDE & GJEDREM,1984; GJOEN & BENTSEN,1997; KINGHORN,1983), obtendo resultados, em termos de ganho genético similares aos de culturas tradicionais

como, por exemplo, a variedade melhorada de salmão norueguês, com produção aumentada em mais de 60% e redução do custo médio de produção em mais de 65% de 1985 a 1995 e ainda, mais recentemente em espécies tropicais como a tilápia e a carpa (BENTSEN et al., 1998; EKNATH et al., 1993; EKNATH & ACOSTA, 1998; PONZONI et al., 2007)

Os programas de tilápias e carpas são considerados referência, sendo o mais conhecido o método de seleção para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pelo (antigo ICLARM) WorldFisch Center em 1990. Experiências mostram que o melhoramento genético pode proporcionar ganhos de 15% por geração, tendo como critério de seleção a característica ganho em peso diário (PONZONI et al., 2005, PONZONI et al., 2007, EKNATH et al., 1993), sendo o intervalo de geração fator determinante nos incrementos anuais, levando em conta o tempo gasto pelas espécies para alcançar a maturidade sexual.

Com a importação de material genético da variedade GIFT de Tilápias do Nilo da Malásia em 2005, iniciou no Brasil o desenvolvimento de uma variedade melhorada adaptada às condições brasileiras de cultivo e conseqüentemente, o programa de Melhoramento genético de tilápias no Brasil (KUNITA et al., 2013). Até muito recentemente, não havia no Brasil nenhum programa de melhoramento genético de peixes estruturado, que utilizasse métodos quantitativos consolidados, com controle individual de pedigree (SANTOS, 2009).

Devido a grande importância da tilápia para a cadeia produtiva brasileira, o programa de avaliação genética desta espécie foi incluído no projeto “Melhoramento de espécies aquícolas no Brasil”, da Embrapa, que teve como objetivo a promoção do melhoramento genético de organismos aquáticos e disseminação para os produtores, animais superiores geneticamente. O manejo reprodutivo destes animais tinha como objetivo evitar ao máximo a endogamia e permitir o máximo de ganho genético por geração (OLIVEIRA, et al., 2012).

O critério de seleção neste programa de melhoramento é a taxa de crescimento, medida a partir do ganho em peso médio diário, entretanto, outras características são coletadas para incrementar o número de informações por animal, como por exemplo: medidas corporais, idade comercial (SANTOS, 2006).

Em cinco anos de acasalamentos, o programa já apresentou resultados que apontam ganhos genéticos da ordem de 4% ao ano e 15% acumulados; redução de 21 dias no período de cultivo; rendimento de filé de 38% em média para irmãos do mesmo

grupo selecionado (OLIVEIRA, et al.,2012).

1.3. Rendimento de cortes comerciais

A aquicultura ainda apresenta deficiências em relação à falta de padronização do produto final para o consumidor acarretando dificuldades quanto à características do filé como sabor, presença ou não de espinhas, valor nutricional, forma e preparo do produto. A qualidade da carcaça do pescado é, para a indústria, um fator imprescindível para a definição dos produtos finais e escolher o tipo de corte a ser feito.

O rendimento de filé dos peixes depende de vários fatores como: sexo, peso corporal, composição corporal (níveis de gordura visceral), características anatômicas, grau de mecanização na filetagem, destreza do filetador, método de filetagem, tamanho da cabeça, peso dos resíduos (vísceras, pele e nadadeiras) (CLEMENTS et al., 1994; MACEDO-VIEGAS et al., 2004).

GASPARINO et al (2002) encontraram que o rendimento de filé varia de acordo com a espécie, entre as espécies e dentro da mesma espécie, possivelmente pela falta de um sistema padrão nas metodologias de pesquisa. CLEMENTS et al., (1994); MACEDO-VIEGAS et al.,(2004) afirmaram que a tilápia do Nilo apresenta rendimentos de filé variando de 25,4% a 42,0% e possui boa qualidade de carne e ausência de microespinhas. RUTTEN et al. (2004) pesquisaram o rendimento de filé de três variedades (variedade Chitralada, variedade IDRC “projeto do Asian Institute of Technology” e variedade GIFT) de *Oreochromis niloticus* e encontraram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as variedades, com valores de 34,5%, 35,2% e 37,8% respectivamente. Também encontraram a existência de relação forte e linear entre as medidas morfométricas e o peso do filé. Porém, a relação com o rendimento de filé apresentou baixa magnitude.

Vários programas de melhoramento genético de espécies aquícolas no mundo incluíram em seu critério de seleção, características relacionadas ao rendimento de cortes comerciais, como: em salmão avaliando a quantidade de gordura e coloração do filé (RYE et al., 1996; GJEDREM, 1997,2000), em trutas, analisando a composição corporal (KAUSE et al., 2002; QUILLET et al., 2005) e em bagres (*Pangasianodon hypophthalmus*), avaliando peso, rendimento e percentual de gordura no filé (VAN SANG et al., 2009).

Poucos são os estudos relacionados às características morfométricas e de rendimento de filé de tilápias por causa da falta de incentivo pela cadeia produtiva e

também pelos altos custos do programa de melhoramento para esse tipo de característica (GJEDREM, 2000; RUTTEN et al. 2004, VAN SANG et al. 2009).

VELASCO et al., (1995) foram os primeiros a estimar valores de herdabilidade para pesos de carcaça e medidas corporais.

Desse modo, grande parte dos programas e estudos de avaliação genética em tilápias do Nilo foram baseados no método de seleção massal, que é simples e acessível (GJEDREM, 2000, RUTTEN et al., 2004; 2005a).

REFERÊNCIAS

- AYROZA, L.M.S.; ROMAGOSA, E.; VERANI, J.R.; SALLES, F.A.; AYROZA, D.M.M.R. Efeito da densidade de estocagem e do nível protéico da ração sobre o peso médio, produção e sobrevivência de tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus* criadas em tanques-rede. In: AQUACIÊNCIA, 2006, Bento Gonçalves. Anais eletrônicos... Bento Gonçalves: Aquaciência, 2006. 1 CD-ROM.
- BENTSEN H.B. *et al.*, 1998. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.160, n. 192, p. 145-173.
- BEYRUTH, Z.; MAINARDES-PINTO, C.S.R.; FUSCO, S.M., FARIA, F.C.; SILVA, A.L. , 2004. Utilização de alimentos naturais por *Oreochromis niloticus* em tanques de terra com arraçoamento. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 9-24.
- CASTAGNOLLI, N., 1992. Criação de peixes de água doce. São Paulo: Funep.
- CLEMENTS, S. LOVELL, R.T., 1994. Comparison of processing yields and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 119, p.299-310.
- CYRINO, J. E. P., URBINATI, E. C., FRACALOSSO, D. M., CASTAGNOLLI, N., 2004. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt. 533 páginas.
- EKNATH A. E., TAYAMEN, M. M., PALADA-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., GJERDE, B., GJEDREM, T. & PULLIN, R. W., 1993. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments.
- EKNATH, A.E., ACOSTA, B.O., 1998. Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT) project: Final Report, March 1998 to December 1997. International Center for Living Aquatic Resources Management, Makati City, Philippines.
- EL-SAYED, A.F.M. Tilapia culture. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2006. chap.8.
- FITZSIMMONS, K., 2000. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas In: Costa-Pierce, B.A.; Rakocy, J.E. *Tilapia Aquaculture in the Americas*. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, v. 2, p.252-264.
- GALL G.A.E., CROSS S.J., 1978. Genetic studies of growth in domesticated rainbow trout. *Aquaculture* v. 13, p. 225-234.
- GASPARINO, E., CAMPOS, A.T., KLOSOVKI, E.S., GUERREIRO, P.K., FULBER, V.M., LEAL, D.M., SOUSA, I., 2002. Estudos de parâmetros corporais em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: Aquicultura Brasil, Goiânia, Anais... Goiânia: ABRAQ, p.183.
- GJERDE, B., GJEDREM, T., 1984. Estimates of phenotypic and genetic parameters for

- carcass traits in Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture* v.36, p.97-110.
- GJERDREM, T., 1997. Selective breeding to improve aquaculture production. *World Aquacult*, v.22, p.22-45.
- GJEDREM, T., 2000. Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquacult Res*, v.31, p.25-33.
- GJOEN, H.M., BENTSEN, H.B., 1997. Past, present, and future of genetic improvement in salmon aquaculture. *ICES Journal of Marine Science*, v. 54, p. 1009-1014.
- KAUSE, A., RITOLA, O., PAANANEN, T., MÄNTYSAARI, E., ESKELINEN, U., 2002. Coupling body weight and its composition: a quantitative genetic analysis in rainbow trout. *Aquaculture*, v.211, p.65-79.
- KINGHORN B.P., 1983. A review of quantitative genetics in fish breeding. *Aquaculture*, v.31, p. 283-304.
- KUNITA, N.M.; OLIVEIRA, C.A.L.; OLIVEIRA, S.N.; YOSHIDA, G.M.; RIZAATO, G.S., RESENDE, E.K., RIBEIRO, R.P., 2013. Avaliação genética de características morfométricas em tilápias do Nilo cultivadas no estado do Paraná. *Arch. Zootec.n. 62*
- MACEDO-VIÉGAS, E.M., SOUZA, M.L.R., KRONKA, S.N., 2004. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P., URBINATI, E.C., FRACALOSSO, D.M., CASTAGNOLLI, N. (Ed) *Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo: TecArt. Cap.14, p.405-480.
- MASSAGO, H., CASTAGNOLLI, N., MALHEIROS, E.B., RIBEIRO, T.C., KOBERSTEIN, D., SANTOS, M.A., RIBEIRO, R.P., 2010. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.*, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 397-403.
- MPA, 2011. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011*, Brasil. Brasília, DF. 60p.
- OLIVEIRA, S. N., PEREIRA, R.P., LOPERA, N.M., CANDIOTO, F.B., RESENDE, E.K., LEGAT, A.P., 2011. Análise genética de três gerações de tilápia do Nilo (linhagem GIFT) utilizando o marcador RAPD. *Acta Scientiarum. Animal Science* v.33, n.2 ,p.207-212.
- OLIVEIRA, C.A.L., RIBEIRO, R.P., STREIT JR, D., POVH, J.A., RESENDE, E.K., 2012. Melhoramento genético de peixes: uma realidade para a piscicultura brasileira. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, n. 120, p. 38-47.
- PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TANA, A.S.; KAMARUZZAMANA, N., 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Aquaculture*, 246:203-210.
- PONZONI, R.W., 2006. Genetic Improvement effective dissemination: Keys to prosperous and sustainable aquaculture industries. IN: Ponzoni, R.W.; Acosta, B.O.; Ponniah, A.G. *Development of aquatic animal genetic improvement and dissemination programs*. Malasia. WorldFish Center, p 1-9.
- PONZONI, R.W.; NGUYEN, N.H.; KHAW, H.L., 2007. Investment appraisal of genetic improvement programs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 268:187-199.

QUILLET, E., GUILLOU, S.L., AUBIN, J., FAUCONNEAU, B., 2005. Two-way selection for muscle lipid content in pan-size rainbow-trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v. 245, p. 49-61.

RIBEIRO, R.P. Espécies exóticas. In: MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S., 2001. Fundamentos da moderna aquicultura. Canoas: Ulbra. cap. 11, p. 91-121.

RUTTEN, M.J.M., BOVENHUIS, H., KOMEM, H., 2004. Modelling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 231, p.113 – 122.

RUTTEN, M.J.M., BOVENHUIS, H., KOMEM, H., 2005b. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v. 246, p.125-132.

RYE, M., GJERDE, B., 1996. Phenotypic and genetic parameters of composition traits and flesh colour in Atlantic salmon. *Aquacult Res*, v.27, p.121-133.

SANTOS, A.I., 2009. Interação genótipo – ambiente e estimativas de parâmetros genéticos em tilápias (*Oreochromis niloticus*). Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós - graduação em Zootecnia.

SANTOS, V.B. A disponibilidade de diferentes linhagens de tilápia. Disponível em <http://www.apta.sp.gov.br/polos/>. Maio de 2006. Acesso em 03/01/2014.

SCORVO FILHO, J.D.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; ALVES, J.M.C.; SOUZA, F.R.A. A., 2010. tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.112-118.

VAN SANG, N., THOMASSEN, M., KLEMETS DAL, G., GJOEN, H.M., 2009. Prediction of fillet weight, fillet yield and fillet fat for live river catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Aquaculture*, v.288, p.166-171.

VELASCO, R.R., JANAGAP, C.C., DE VERA, M.P., AFAN, L.B., REYES, R.A., EKNATG, A.E., 1995. Genetic improvement of farmed tilápias: estimation of heritability of body and carcass traits of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.137, p.280-281.

WAGNER, P.M.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.; VARGAS, L.; POVH, J.A., 2004. Avaliação de linhagens de tilápia de Nilo (*O. niloticus*) em diferentes fases de criação. *Acta Scientiarum. Animal Science*. v.26, n.2, p.187-196.

ZANIBONI FILHO, E., 2004 Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C. R. et al. (Org.). *Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa. cap. 13, p. 309-336.

ZANOLO, R.; YAMAMURA, M.H., 2006. Parasitas em tilápias do Nilo criadas em sistema de tanques-rede. *Semina. Ciências Agrárias, Londrina*, v. 27, n. 2, p. 281-288.

ZIMMERMANN, S., 1999. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias

do Nilo geneticamente superiores. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 15-21.

ZIMMERMANN, S.; HASPER, T.O.B., 2003. Piscicultura no Brasil: o processo de intensificação da tilapicultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROM.

Estimação de parâmetros genéticos de características de desempenho e de rendimento de filé de grupos genéticos de tilápias do Nilo

Resumo

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as características de desempenho e de rendimento de filé de tilápias de três grupos genéticos: GIFT, Chitralada e Bouaké, avaliando também as diferenças genéticas entre os sexos. O conjunto de dados utilizado continha informações de 859 animais, sendo 563 machos e 296 fêmeas, dos quais foram preditos valores genéticos de 968 animais na matriz de parentesco. As análises realizadas foram: unicaracter de todas as características; bicaracter associando a característica rendimento de filé com ganho em peso diário, volume corporal, densidade e área do corpo. As estimativas de herdabilidade para todas as características, em todas as análises, apresentaram baixa a moderada magnitude. Porém, na associação entre rendimento de filé com as características GPD, área, densidade e volume, os valores estimados foram de baixa magnitude ($< 0,1$), indicando que provavelmente não exista associação genética entre essas características. Os valores de correlações genéticas estimados indicam a ausência de resposta correlacionada para rendimento de filé ao realizar a seleção para velocidade de crescimento.

Termos para indexação: GIFT, Chitralada, Bouaké.

Estimation of genetic parameters of performance and fillet yield traits of genetic groups of Nile tilapia

Abstract:

The work was carried out to evaluate the performance and fillet yield traits of fish from three genetic groups: GIFT , Chitralada and Bouaké , also evaluating the genetic differences between the sexes . The data set contained information from 859 animals , with 563 males and 296 females , which were predicted breeding values of 968 animals in the relationship matrix . The performed analyzes were: single-trait of all features ; bicaracter associating feature fillet yield with daily weight gain , body volume , density and area of the body . The heritability estimates for all traits in all analyzes, showed low to moderate magnitude. However , the association between fillet yield with GPD features , area , density and volume , had estimated values of low magnitude (< 0.1) , indicating that probably there is no genetic association between these traits . The values of estimated genetic correlations indicate the absence of correlated response to fillet yield in carrying out the selection for growth rate.

Index terms: GIFT, Chitralada, Bouaké.

Introdução

A tilápia e o tambaqui foram as espécies mais cultivadas no ano de 2011 (253.824,1 toneladas e 111.084,1 toneladas respectivamente), as quais somadas representaram 67,0% da produção nacional de pescado da produção continental no ano (MPA, 2011). A explicação para esse fato se deve ao estabelecimento, pelo Ministério da Agricultura, de programas de desenvolvimento da cadeia produtiva, aumentando a pesquisa por linhagens geneticamente melhoradas, principalmente para diminuir a importação de pescado.

A tilápia do Nilo (*O. niloticus*) é considerada uma das espécies mais indicada para o cultivo intensivo pelo fácil manejo, adaptação em diversas condições de cultivo, rápido retorno do investimento, alta aceitação no mercado pela excelente textura e paladar da carne e por não apresentar espinhas intramusculares. É uma alternativa para o aproveitamento racional de corpos d'água possibilitando acesso das populações rurais às atividades piscícolas (LIMA et al., 2000).

Dessa forma, diversas variedades de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1757) entraram no mercado, dentre estas a Bouaké, Tailandesa ou Chitralada e a GIFT, e esta apresenta comportamento dócil, facilidade de reprodução em cativeiro, elevada taxa de crescimento e qualidade de carne compatível com as exigências da indústria e do consumidor.

Os rendimentos dos cortes comerciais em peixes dependem de fatores como: peso corporal, sexo, composição corporal, características anatômicas, método de filetagem e qualidade genética dos peixes cultivados. São poucos os trabalhos que buscam a melhoria no rendimento do filé (RUTTEN; BOVENHUIS; KOMEN, 2004), sendo a maioria com o objetivo de desenvolver equações de predição baseadas nas características corporais (NGUYEN et al., 2010).

Considerando o número reduzido de informações a respeito de parâmetros

genéticos de peixes tropicais em condições de cultivo do Brasil e América Latina, a realização deste trabalho objetivou estimar componentes de (co)variância, parâmetros genéticos e associações genéticas entre o rendimento de filé e características de interesse econômico de três grupos genéticos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*): GIFT, Chitralada e Bouaké, cultivadas em sistema de tanque rede.

Material e métodos

Obtenção do conjunto de dados

O conjunto de dados utilizado no presente trabalho foi cedido pelo grupo de pesquisa PeixeGen da Universidade Estadual de Maringá – UEM, e continha informações de animais da variedade GIFT (*Genetically Improved Farming Tilapia*), e dos grupos genéticos : ½ GIFT ½ Chitralada (CHI) e ½ GIFT ½ Bouaké (BOU), (Tabela 1), sendo a linhagem GIFT composta de irmãos completos e meio-irmãos, e os animais cruzados foram obtidos por meio do acasalamento entre machos GIFT e fêmeas de ambas as variedades. Foram utilizados desse total, 563 machos e 296 fêmeas, totalizando 859 animais (Tabela 1).

Tabela 1: Indivíduos utilizados para gerar o conjunto de dados.

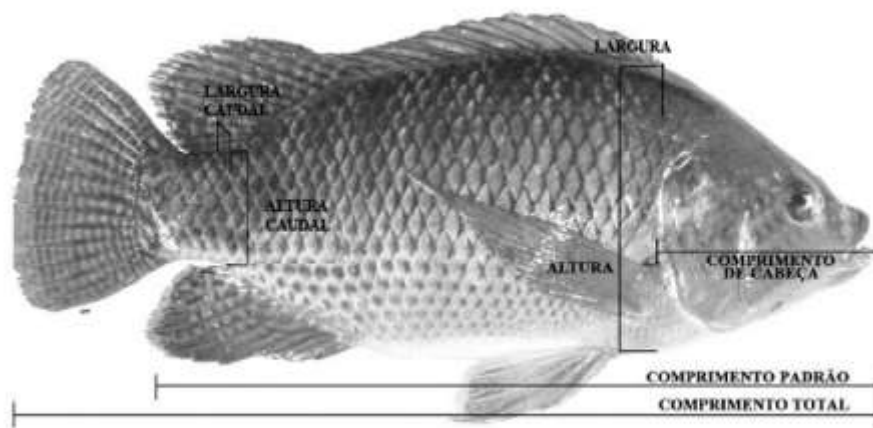
	GIFT	Chitralada	Bouaké
nº de indivíduos	372	254	233
nº de famílias	15	8	7
Valores médios:			
Idade (dias)	406	401	406
Peso (g)	806.33	650.55	803.99
GPD	1.99	1.62	1.98
Rfile	0.32	0.32	0.33
Area	132.64	120.63	136.50
Densidade	506.29	413.00	496.78
Volume	1.57	1.55	1.60

Os animais foram identificados individualmente utilizando PIT tags (*Passive Integrated Transponder tags*) e transportados para unidade experimental, localizada no Rio do Corvo, município de Diamante do Norte – PR (coordenadas 22°36' S e 52°50' W), sendo distribuídos em um tanque-rede, com as seguintes dimensões: 2,0 x 2,0 x 1,5m.

O período de cultivo foi de setembro de 2012 a março de 2013, totalizando 200 dias. Antes da realização da última biometria, os animais foram mantidos em jejum por 24 horas e após a biometria foram abatidos.

Para obtenção das características utilizadas no presente trabalho, (ganho em peso diário – GPD, área, volume e densidade corporais), foram tomadas as seguintes medidas morfométricas: Comprimento Total (CT); Comprimento Padrão (CP); Altura do corpo (ALT) sendo a distância entre a nadadeira dorsal e peitoral, tomada à frente do 1º raio da nadadeira dorsal; Largura do corpo (LARG), tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal; Comprimento da Cabeça (CAB), Largura caudal (LARGC) tomada da final da nadadeira dorsal e Altura caudal (ALTC) medida na inserção da nadadeira caudal (Fig.1).

Figura 1. Medidas corporais tomadas de cada peixe



Para comprimento total e padrão utilizou-se ictiômetro e as demais medidas foram realizadas com auxílio de paquímetro graduado em milímetros (mm). No momento das medições foram anotadas as informações de sexo, idade à pesagem, além das informações de identificação individual.

O ganho em peso diário (GPD) para todo período de cultivo, foi calculado por meio do peso total dividido pela idade. Também foram calculadas combinações lineares entre as medições morfométricas: Área do corpo (AREA), foi calculada considerando a forma trapezoidal, sendo as alturas corporal e caudal, as bases, resultando em: $AREA = \left[(CP - CAB) * (ALT + ALTC) / 2 \right]$, o Volume do corpo (VOL) foi obtido calculando a

diferença do volume de duas pirâmides quadrangulares P1-P2, sendo P1 = $(ALT * LARG * CT / 3)$ e P2 = $(ALT * LARGC * (CT - CP) / 3)$. A densidade corporal (DENS) foi obtida pela razão do peso pelo volume do corpo do animal.

Para a realização do abate, os peixes foram insensibilizados por choque térmico, lavados, pesados em balança de precisão de 0,1 g, decapitados e eviscerados. A pele foi retirada com auxílio de alicate específico e em seguida se procedeu a filetagem, segundo a rotina da indústria. Foi aferido o peso do filé para avaliação do rendimento. Foi calculado o rendimento de filé a partir da razão do peso do respectivo corte pelo peso total dos peixes.

Análise dos dados

Foram realizadas análises unicaracter e bicaracter para estimar os componentes de variância e herdabilidade de cada característica. Nas análises bicaracter, estimou-se as correlações genéticas e fenotípicas do rendimento de filé com as demais características.

Na estimação dos componentes de variância e parâmetros genéticos, utilizou-se seguinte modelo animal ,

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2c + e$$

em que, y é o vetor de observações das características analisadas; β é o vetor dos efeitos ambientais identificáveis; a , c e e são os vetores dos efeitos genéticos aditivos diretos, efeito comum de ambiente de família e dos erros aleatórios, respectivamente, e X , Z_1 , Z_2 é a matriz de incidência dos efeitos ambientais identificáveis, genéticos aditivos diretos, comum de família, respectivamente. Admitindo-se que a , c e e possuem distribuição conjunta normal multivariada, tem-se:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{c} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} \emptyset \\ \emptyset \\ \emptyset \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} A\sigma_e^2 & \emptyset & \emptyset \\ \emptyset & I_c\sigma_c^2 & \emptyset \\ \emptyset & \emptyset & I_n\sigma_e^2 \end{bmatrix} \right\};$$

$$E(y) = X\beta; \text{Var}(y) = Z_1 AZ_1' \sigma_a^2 + Z_2 Z_2' \sigma_c^2 + I_n \sigma_e^2;$$

em que, A é a matriz de parentesco entre os animais; σ_a^2 é a variância genética aditiva direta; σ_c^2 e σ_e^2 são as variâncias do efeito de ambiente comum de família e residual, respectivamente; I_c matriz identidade de ordem c , sendo c igual ao número de famílias; I_n matriz identidade, de ordem n , sendo n igual ao número de observações. A matriz de parentesco continha informações de 968 animais.

Para as análises unicaracter, foram utilizadas as características ganho em peso diário, rendimento de filé e as medidas referentes à área, volume e densidade corporal.

Nas análises bicaracter, combinou-se o rendimento de filé com as demais características medidas, resultando em quatro análises bicaracter: FILE vs GPD, FILE vs DENS, FILE vs VOL, FILE vs AREA.

Para as análises bicaracter, tem-se: $G = A \otimes G_0$, em que G_0 é a matriz de variância genética das características; $P = I_h \otimes C$, em que C_0 é a matriz de variância relativa ao efeito de ambiente comum de família; $R = I_n \otimes R_0$, em que R_0 é a matriz de variância e covariância residual. As matrizes G_0 , C_0 e R_0 têm ordem dois nas análises bicaracter.

Os componentes de (co)variância, parâmetros genéticos foram estimados utilizando métodos bayesianos implementados no sistema computacional MTGSAM – *Multiple Trait Gibbs Sampler for Animal Models* (VAN TASSEL e VAN VLECK, 1995).

Consideraram-se os efeitos genéticos aditivos, comum de família e residual, como tendo distribuição “*a priori*” normal para as análises unicaracter e bicaracter. Para os componentes de (co)variância, considerou-se a distribuição “*a priori*” qui-

quadrado invertida e wishard invertida para as análises unicaracter e bicaracter respectivamente.

O efeito ambiental identificável considerado nas análises foi grupo genético, a covariável utilizada foi a idade dos animais. Além dos componentes de variância pelas diferenças genéticas aditivas, de ambiente comum de família e residual, foram calculados os seguintes parâmetros genéticos: herdabilidade (h^2), participação relativa do ambiente comum de família (C^2) na variância total e as correlações genéticas (r_a) e fenotípicas (r_p).

Nas análises unicaracter, as distribuições posteriores foram obtidas a partir de 1.500.000 ciclos, retirando amostras a cada 100 ciclos, após a eliminação dos 150.000 ciclos iniciais, totalizando 1.350.000 amostras dos componentes de (co)variância. Para as análises bicaracter, o tamanho da cadeia utilizada para estimar os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos foi de 6.000.000 ciclos, sendo retiradas amostras a cada 100 ciclos, após a eliminação dos 600.000 ciclos iniciais, totalizando 5.400.000 amostras dos componentes de (co)variância. A partir das cadeias obtidas, foram estimados a média *a posteriori* e os intervalos de credibilidade de 95% para os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos.

O monitoramento da convergência das cadeias geradas pelo amostrador de Gibbs foi realizado por meio do teste de HEIDELBERGER & WELCH (1983), descrito por COWLES et al., (1995), disponível na biblioteca CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*), implementada no programa R (version 2.8.1).

Adicionalmente foram estimadas as correlações de Spearman e Pearson a partir dos valores genéticos estimados nas análises unicaracter utilizando o programa computacional SAS (2001).

Resultados e discussão

Houve indicação de convergência para todas as cadeias de Gibbs dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de todas as características analisadas, tanto para análise unicaracter quanto para bicaracter.

As herdabilidades estimadas para todas as características foram consideradas médias com valores inferiores a 0,50. Os intervalos de credibilidade apresentaram limites inferiores, próximos de 0,03 e superiores próximos de 0,9 (Tabela 2). De acordo com estes intervalos, as herdabilidades estimadas para as características, ganho em peso diário, rendimento de filé, área e densidade do peixe, tem probabilidade de assumir valores de baixa magnitude, enquanto para o volume e peso do peixe, os valores de herdabilidade se restringem a valores de média a alta magnitude, apresentando maior importância relativa das diferenças genéticas herdáveis na variação total, correspondendo a maior resposta à seleção.

NGUYEN et al., 2010; RUTTEN et al., 2005a, 2005b; THODESEN et al., 2011 encontraram estimativas de herdabilidade para a característica peso total, associada à velocidade de crescimento, inferiores às estimativas obtidas neste trabalho sendo valores próximos a 0,19. Valores variando de 0,15 a 0,41 foram encontrados por KHAW et al. (2009).

A estimativa da herdabilidade para o rendimento de filé foi superior a encontrada por GJERDE et al. (2012) e RUTTEN et al., (2005a) em animais da variedade GIFT, utilizando a metodologia de máxima verossimilhança restrita para a estimação dos parâmetros genéticos. Os resultados de herdabilidade para rendimento de filé obtidos por NGUYEN et al., (2010) foram próximos aos encontrados neste trabalho, nas análises unicaracter.

Tabela 2: Médias posteriores e respectivos intervalos de credibilidade das herdabilidades (h^2), variâncias genética aditiva (σ^2a), residual (σ^2e) e fenotípica (σ^2p), ambiente comum de família (C^2) nas análises unicaracter.

	h^2	σ^2a	σ^2e	σ^2p	c^2
RFILE	0.2002 (0.138 - 0.266)	0.00016 (0.00012 - 0.0002)	0.00026 (0.00023 - 0.00029)	0.00082 (0.00064 - 0.0011)	0.471 (0.346 - 0.613)
GPD	0.336 (0.072 - 0.705)	0.076 (0.015 - 0.175)	0.095 (0.046 - 0.129)	0.223 (0.182 - 0.283)	0.228 (0.066 - 0.426)
AREA	0.304 (0.047 - 0.74)	136.44 (19.877 - 383.47)	224.56 (98.002 - 294.93)	433.83 (361.46 - 546.57)	0.166 (0.037 - 0.346)
DENSIDADE	0.178 (0.058 - 0.392)	0.0035 (0.00108 - 0.0084)	0.014 (0.0112 - 0.0162)	0.0194 (0.0171 - 0.022)	0.094 (0.037 - 0.191)
VOLUME	0.502 (0.0398 - 0.910)	5523 (383.9 - 11750)	3884 (752.9 - 6648)	10560 (8517 - 13330)	0.1115 (0.0114 - 0.351)
PESO	0.446 (0.0676 - 0.816)	16200 (2331 - 33060)	13720 (5301 - 21140)	35730 (29370 - 44450)	0.1602 (0.0232 - 0.3977)

Rendimento de filé (RFILE), Ganho em peso diário (GPD), área do peixe (AREA), densidade do peso total (DENSIDADE), volume do peixe (VOLUME), peso vivo (PESO).

As estimativas de herdabilidade encontradas por BOLIVAR & NEWKIRK (2002) para rendimento de filé foram de alta magnitude (0,56) em tilápias do Nilo selecionadas pela taxa de crescimento. Porém nestas análises, não foram considerados os efeitos de ambiente comum materno, podendo ter causado superestimação dos valores de herdabilidades encontrados. KAUSE et al., 2007 e NEIRA et al., 2004 também encontraram valores de herdabilidade de baixa magnitude para rendimento de filé em truta arco-íris e salmão do Atlântico respectivamente.

A ocorrência de estimativas de moderada magnitude para herdabilidade da característica rendimento de filé no presente trabalho, pode estar relacionada com o uso de animais de diferentes grupos genéticos, que pode ter impactado a variabilidade genética do plantel. Embora os animais cruzados (CHI e BOU) tenham sido obtidos com uso de machos GIFT, a origem das mães é desconhecida, podendo ser responsável pela inclusão da variância genética que impactou as estimativas de herdabilidades.

A participação do ambiente comum de família (C^2) (Tabela 2) apresentou valores variando entre 9,4 a 47,1%. Para a característica rendimento de filé, esta estimativa foi próxima a 50%, demonstrando o impacto das diferenças do ambiente comum de família na variabilidade fenotípica. Com exceção das características de rendimento de filé, as estimativas da participação do ambiente comum de família na variação total, foram próximas aquelas encontradas na literatura (KAUSE et al., 2007 e NEIRA et al., 2004).

Os valores dos intervalos de credibilidade ao nível de 95% para todos os parâmetros avaliados indicaram baixa probabilidade de valores nulos, mostrando que o efeito de ambiente comum de família deve ser incluído nos modelos das análises das características.

Para o efeito do ambiente comum de família, RUTTEN et al., (2005a), PONZONI et al.,(2005), reportaram que a proporção da variância devido a esse efeito

para as características corporais em tilápias foi de 16 a 26 % da variância total. NGUYEN et al., (2010) estimaram valores de efeito comum de ambiente e efeito materno inferiores aos encontrados no presente trabalho, tanto para peso total quanto para rendimento de filé.

Em se tratando de animais da variedade GIFT avaliados no Brasil, foram estimados valores para dois ambientes comuns (larvicultura e alevinagem), em função da não realização de incubação artificial. Os valores encontrados por KUNITA et al., (2013) e YOSHIDA et al., (2013), não foram superiores a 12% para larvicultura e 3% para alevinagem.

Segundo RUTTEN et al., 2005b, o prolongamento do período de cultivo desses animais pode minimizar o impacto do efeito comum de família sobre a variação fenotípica. Conforme os resultados observados por YOSHIDA et al., (2013), observou redução da importância relativa do efeito de alevinagem a medida que as biometrias se distanciavam do período do nascimento dos animais.

Nas análises bicaracter, ao associar a característica rendimento de filé com as demais, as estimativas de herdabilidade obtidas para o rendimento de filé variaram de 0,06 a 0,09, sendo valores bastante reduzidos em relação à análise unicaracter. Discrepâncias entre as estimativas das análises unicaracter e bicaracter foram observadas também para as demais características (Tabelas 2 e 3), indicando que o acréscimo das informações adicionais, nas análises bicaracter, impactaram além das estimativas pontuais, as intervalares também.

Os intervalos de credibilidade das estimativas de herdabilidade para rendimento de filé e ganho em peso diário, nas análises bicaracter, foram maiores que aqueles estimados nas análises unicaracter. Comportamento contrário foi observado para área e volume do corpo, indicando que a agregação das informações de rendimento de filé

resultou em estimativas mais precisas das herdabilidades para estas características. Não foi observada alteração na amplitude dos intervalos de credibilidade da herdabilidade para densidade corporal nas análises uni e bicaracter.

As estimativas das correlações genéticas e fenotípicas (Tabela 3) apresentaram valores baixos, variando de -0,2435 a 0,1827 e 0,0523 a 0,1353 para correlação genética e fenotípica respectivamente. A observação dos intervalos de credibilidade das correlações genéticas apontam fortes evidências de inexistência de associação genética entre o rendimento de filé e as demais características analisadas. Dessa forma, para que haja aumento no rendimento de filé se faz necessária a implantação de programas de melhoramento genético específicos para tais características.

Tabela 3. Médias posteriores e respectivos intervalos de credibilidade das variâncias fenotípicas (σ^2_p), herdabilidades (h^2), ambiente comum de família (C^2), correlações genéticas (ra) e fenotípicas (rp), herdabilidade (h^2 RFILE) e variância fenotípica (σ^2_p RFILE) do rendimento de filé quando associado às outras características nas análises bicaracter.

	h^2	σ^2_p	C^2	ra	rp	h^2 RFILE	σ^2_p RFILE
GPD	0.6612 (0.158 - 0.903)	0.236 (0.188 - 0.289)	0.1028 (0.0205 - 0.319)	-0.2435 (-0.841 - 0.618)	0.1216 (0.018 - 0.222)	0.06824 (0.0187 - 0.174)	0.000259 (0.000235 - 0.000288)
AREA	0.153 (0.078 - 0.261)	480.6 (405.24 - 597.8)	0.257 (0.144 - 0.407)	0.1827 (-0.325 - 0.623)	0.1118 (0.053 - 0.169)	0.0887 (0.032 - 0.201)	0.000269 (0.00024 - 0.000301)
DENSIDADE	0.213 (0.085 - 0.433)	0.0208 (0.018 - 0.0248)	0.131 (0.0632 - 0.24)	0.0961 (-0.52 - 0.668)	0.0523 (-0.022 - 0.127)	0.0923 (0.0335 - 0.212)	0.0002701 (0.00024 - 0.0003)
VOLUME	0.294 (0.126 - 0.520)	11450 (9430 - 14550)	0.2577 (0.131 - 0.423)	0.1008 (-0.497 - 0.658)	0.1353 (-0.0493 - 0.324)	0.0917 (0.0332 - 0.2105)	0.0002701 (0.00024 - 0.00030)

Ganho em peso diário (GPD), área do peixe (AREA), densidade do peso total (DENSIDADE), volume do peixe (VOLUME), Rendimento de filé (RFILE).

A classificação dos animais de acordo com os valores genéticos preditos para as características resultou em valores de correlações de Spearman e Pearson (Tabela 4) superiores a 0,44, indicando que há associação de ranking e um relacionamento linear positivo entre as características.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e de Pearson (abaixo da diagonal) entre as características morfométricas e de desempenho.

	AREA	DENSIDADE	RFILE	GPD	VOLUME
AREA	1	0.6087	0.09958	0.9369	0.9162
DENSIDADE	0.643	1	0.0388	0.6483	0.4476
RFILE	0.099	0.032	1	0.0961	0.0907
GPD	0.932	0.7062	0.0748	1	0.942
VOLUME	0.922	0.5025	0.0826	0.943	1

Area do peixe (AREA), densidade do peso total (DENSIDADE), rendimento de filé (RFILE), Ganho em peso diário (GPD), volume do peixe (VOLUME).

A correlação das classificações dos animais com base nos valores genéticos para as diferentes características corroborou os resultados anteriores, indicando fraca associação de ranking entre o rendimento de filé e as demais características. Segundo CREWS & FRANKE (1998), coeficientes de correlações de Spearman de ordem inferiores a 0,60 podem resultar em alterações na classificação dos animais, comprometendo sua seleção.

Tendo em vista que o ganho em peso diário foi utilizado como critério de seleção dos animais da variedade GIFT, ao longo de quatro gerações de seleção em tanques rede, os resultados das correlações de postos indicaram que a seleção para ganho em peso diário resultaria em seleção de genótipos superiores para área e volume corporal. Porém, a associação com o rendimento de filé resultou em valores de correlações fracas, indicando a existência de resposta correlacionada para tal característica ao selecionar para velocidade de crescimento.

Conclusão

Mediante os valores dos parâmetros genéticos obtidos, pode-se afirmar que a ocorrência de estimativas de moderada magnitude para herdabilidade da característica rendimento de filé, pode estar relacionado ao uso de animais de diferentes grupos genéticos, que pode ter impactado na variabilidade genética do plantel.

As correlações genéticas estimadas indicam a existência de fraca associação genética entre ganho em peso diário com a característica de rendimento de filé, indicando que para haver ganho genético nessa característica, é necessário o desenvolvimento de programas de melhoramento genético específicos.

s

Referências

- BOLIVAR, R.B., 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, 371–381.
- COWLES, M.K.; BEST, N.; VINES, K. Convergence diagnostics and output analysis. MRC Biostatistics Unit, UK. Version 0.40. 1995.
- CREWS JR., D.H.; FRANKE, D.E., 1998. Heterogeneity of variances for carcass traits by percentage brahman inheritance. *Journal of Animal Science*, v.76, n.7, p.1803-1809.
- GJERDE, B., MENGISTU, S.B., ODEGARD, J., JOHANSEN, H., ALTAMIRANO, D.S., 2012. Quantitative genetics of body weight, fillet weight and fillet yield in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 342, 117 – 124.
- HEIDELBERGER, P.; WELCH, P.D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. *Operations research*. v.31, p.1109-1144, 1983.
- KAUSE, A., PAANANEN, T., RITOLA, O., KOSKINEN, H., 2007. Direct and indirect selection of visceral lipid weight, fillet weight, and fillet percentage in a rainbow trout breeding program. *Journal of Animal Science* 85, 3218–3227.
- KHAW, H.L., BOVENHUIS, H., PONZONI, R.W., REZK, M.A., CHARO-KARISA, H., KOMEN, H., 2009. Genetic analysis of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selection line reared in two input environments. *Aquaculture* 294, 37–42.
- KUNITA, N.M.; OLIVEIRA, C.A.L.; OLIVEIRA, S.N.; YOSHIDA, G.M.; RIZAATO, G.S., RESENDE, E.K., RIBEIRO, R.P., 2013. Avaliação genética de características morfométricas em tilápias do Nilo cultivadas no estado do Paraná. *Arch. Zootec.n. 62*
- LIMA, M.B.S; PADUA, D.M.C.; SILVA, P.C. et al. Farelo de milho (*Pennisetum americanum*) em substituição ao milho moído (*Zea mays*) em dietas para tilápias (*Oreochromis niloticus*). In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 55., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2000. v.1, p.120-124
- MPA, 2011. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011, Brasil. Brasília, DF. 60p.
- NEIRA, R., LHORENTE, J.P., ARANEDA, C., DÍAZ, N., BUSTOS, E., ALERT, A., 2004. Studies on carcass quality traits in two populations of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): phenotypic and genetic parameters. *Aquaculture* 241 (1–4), 117–131.
- NGUYEN, N.H., PONZONI, R.W., ABU-BAKAR, K.R., HAMZAH, A., KHAW, H.L., YEE, H.Y., 2010. Correlated response in fillet weight and yield to selection for increased harvest weight in genetically improved farmed tilapia (GIFT strain), *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 305, 1–5.
- PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TANA, A.S.; KAMARUZZAMANA, N., 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Aquaculture*, 246:203-210.
- RUTTEN, M. J.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H., 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, Amsterdam, v.231, p.113-122.
- RUTTEN, M.J.M., KOMEN, H., BOVENHUIS, H., 2005a. Longitudinal genetic analysis of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) body weight using a random regression model. *Aquaculture* 246, 101–113.
- RUTTEN, M.J.M., BOVENHUIS, H., KOMEN, H., 2005b. Genetic parameters for

fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v. 246, p.125-132.

THODESEN, J., RYE, M., WANG, Y., YANG, K., BENTSEN, H., GJEDREM, T., 2011. Genetic improvement of tilapias in China: Genetic parameters and selection responses in growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after six generations of multi-trait selection for growth and fillet yield. *Aquaculture* 322–323, 51–64.

VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK D.L. A manual for use of MTGSAM. A set of FORTRAN programs to apply Gibbs sampling to animal models for variance component estimation (DRAFT). Lincoln: Department of Agriculture Research Service, 1995. p.86.

YOSHIDA, G.M., OLIVEIRA, C.A.L., KUNITA, N.M., OLIVEIRA, S.N., ALEXANDRE FILHO, L., RESENDE, E.K., LOPERA-BARRERO, N.M., RIBEIRO, R.P., 2013. Resposta à seleção de características de desempenho e morfométricas de tilápias do Nilo ao longo do período de cultivo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.6, p.1815-1822.