

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DESEMPENHO REPRODUTIVO DE TILÁPIAS DO NILO  
MELHORADAS

Autor: Humberto Todesco  
Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
julho-2016

# DESEMPENHO REPRODUTIVO DE TILÁPIAS DO NILO MELHORADAS

Autor: Humberto Todesco  
Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

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  
julho - 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

T637d Todesco, Humberto  
Desempenho reprodutivo de tilápias do Nilo  
melhoradas / Humberto Todesco. -- Maringá, 2016.  
viii, 24 f. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de  
Oliveira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, 2016.

1. Tilapia do Nilo - Correlação genética. 2.  
Tilapia do Nilo - Herdabilidade. 3. Tilapia do Nilo  
- Reprodução. 4. Tilapia do Nilo - Volume de ovos.  
5. Tilapia do Nilo - Melhoramento. I. Oliveira,  
Carlos Antonio Lopes de, orient. II. Universidade  
Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias,  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 21.ed. 636.3774  
AMMA-003353



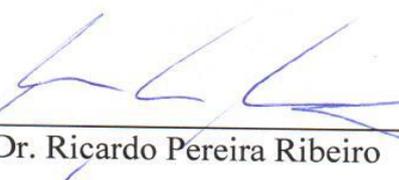
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DESEMPENHO REPRODUTIVO DE  
TILÁPIAS DO NILO MELHORADAS**

Autor: Humberto Todesco  
Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 01 de julho de 2016.



---

Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro



---

Dr. Luiz Alexandre Filho



---

Prof. Dr. Carlos Antonio  
Lopes de Oliveira  
(Orientador)

*Dê-me uma alavanca e um ponto de apoio e levantarei o mundo*

“Arquimedes”

A

Deus!!!

Ao

meu pai e à minha mãe, pela melhor herança que um filho pode ter,  
o estudo.

Aos

meus irmãos, Fabiana, Carolina, Virginia, Juliano e Priscila.

DEDICO

## Agradecimentos

A Deus por me dar suas bênçãos todos os dias.

Aos meus pais, Araldo Todesco e Maura Aparecida Campos Vieira Todesco, meus irmãos, Fabiana Todesco, Carolina Todesco, Virginia Todesco, Juliano Todesco e Priscila Todesco, e tios, Maria Cristina Campos Vieira, Marcelo Campos Vieira, Avani Alice Todesco e Aroldo Todesco, por sempre me apoiarem e acreditarem em mim. Sem eles jamais teria chegado até aqui.

À Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade para a realização do curso.

Ao Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira, pela orientação, ensinamentos, estímulo e amizade.

Ao Professor Ricardo Pereira Ribeiro, por toda a ajuda, paciência, amizade e conhecimentos adquiridos.

Ao Departamento de Zootecnia, UEM, e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM, pelos valiosos ensinamentos.

À Empresa Aquamerica, pelo fornecimento de seus animais para a execução deste trabalho.

Às pessoas especiais que me ajudaram de diversas formas durante o mestrado: Diogo Silva, Fernando Mendes Brito, Karla dos Santos Felssner, Renan Sanches, Marlene Vaz, Hanner M. Karim, Francisco Altimari Junior, Renan Cucato, Pedro Castro, Cesar Sari, André Garcia e Daiane Souza.

Aos funcionários da CODAPAR, Vitor Moises, Cleiton, José e Nelson Palmeira, por toda ajuda, dedicação e companheirismo durante todo meu mestrado.

A todos os colegas do grupo PeixeGen pelo empenho, dedicação e grande ajuda na realização deste projeto.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação.

## BIOGRAFIA

HUMBERTO TODESCO, filho de Araldo Todesco e Maura Aparecida Campos Vieira Todesco, Nasceu na cidade de Tapiraí, São Paulo, no dia 05 de Fevereiro de 1988.

Em Dezembro de 2013, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2014, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Melhoramento Genético Animal.

No dia 1 de julho de 2016, submeteu-se à banca examinadora para defesa da Dissertação.

## INDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	viii
I- INTRODUÇÃO GERAL .....	1
Citação bibliográfica.....	9
II - OBJETIVOS GERAIS.....	12
III-PARAÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICA REPRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO.....	13
Resumo .....	13
Abstract.....	14
Introdução .....	15
Material e Métodos .....	16
Conclusões .....	23
Citação bibliográfica.....	24

## LISTA DE TABELAS

	Página.
Tabela 1 Estimativa unicarater de variância genética aditiva ( $\sigma_a^2$ ), variância residual ( $\sigma_e^2$ ), herdabilidade ( $h^2$ ), efeito de ambiente comum materno ( $c^2$ ), média e ganho genético ( $\Delta g$ ) para as características número de desovas (ND), intervalo entre desova (dias) (ID), volume de ovos (ml) (VO), número de ovos ml <sup>-1</sup> (NO) e estimativa de repetibilidade ( $ri$ ) para VO e NO,.....	20
Tabela 2 Estimativa unicarater de fração de seleção ( $p$ ) herdabilidade na escala normal ( $h^2_{lin}$ ), herdabilidade na escala binária ( $h^2_{bin}$ ) efeito de ambiente comum materno ( $c^2$ ) e ganho genético ( $\Delta g$ ) para as característica probabilidade de desova (PPD), desova múltipla (DM),.....	20
Tabela 3 Estimativa de correlação genética ( $r_g$ ) e fenotípica ( $r_p$ ) entre as característica peso e às características reprodutivas probabilidade de desova (PD), desova múltipla (DM), intervalo entre desova (ID), número de desovas (ND) e volume de ovos (VO), com respectivos desvios padrões e com intervalo de credibilidade.,	22

## I- INTRODUÇÃO GERAL

As tilápias (família *Cichlidae*) são nativas da África. Encontram-se difundidas em todo o mundo, em vários países de clima tropical e/ou subtropical, onde foram introduzidas deliberada ou acidentalmente. Apesar desta prática estar sendo difundida há vários séculos, somente entre a década de 20 e 50 passaram a ser cultivadas de forma intensiva (Ribeiro, 2001).

O entusiasmo inicial foi baseado em características que fizeram da tilápia apropriada para piscicultura de subsistência nos países em desenvolvimento (Popma e Lovshin, 1995). Essas características são os severos atributos fisiológicos, tolerando uma variedade de condições ambientais adaptando-se a uma larga gama de salinidade, oxigênio baixo e superlotação. Exibem ciclos reprodutivos relativamente curtos, são prolíficas sob condições de cultura, fortemente resistentes a doenças e infecções e são passíveis de manipulação. O mais importante é que tilápias são altamente valorizadas pelos humanos como fonte de alimento (Coward e Bromage, 2000).

A tilapicultura, principalmente o cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), vem se expandindo por todos os trópicos nas últimas décadas, isso devido a esta espécie ser cultivada em uma ampla variedade de ambientes aquáticos (águas doces e salobras) e em variados níveis de intensificação (Focken, 2012).

Segundo Popma e Lovshin (1995), uma fêmea gera de dois a quatro ovos por grama de peso da fêmea, sendo que os ovos são fertilizados externamente e incubados na cavidade bucal até que choquem. A maturidade sexual em espécies de tilápia é uma função da idade, tamanho e condições ambientais. *O. niloticus* amadurece em cerca de 10 a 12 meses e pesam entre 350 a 500 g em diversos lagos da África Oriental, em

tanques de cultivo em uma idade de cinco a seis meses e 150 a 200 g. Quando o crescimento é lento em tanques de cultivo, a maturidade sexual será adiada em um ou dois meses, mas os peixes podem desovar pesando aproximadamente 20g. *O. niloticus* e *O. aureus* produzem alevinos igualmente bem em água doce e 5g/L de salinidade, mas começam a diminuir em 10g /L salinidade. A reprodução é inibida sob temperaturas de água abaixo de 20°C, lento em águas de 21 a 24°C e mais frequente em águas acima de 25°C. Regiões subtropicais e tropicais, com estação fria, podem gerar redução no número de alevinos produzidos durante períodos em que diariamente a temperatura da água seja inferior a 24°C. Desse modo, a genética apresenta inquestionável importância na produção e reprodução destas espécies (Popma e Lovshin, 1995).

Primeiro precisamos definir o que é genética. Alguns definem como o “estudo da hereditariedade”, mas os fenômenos hereditários já eram do interesse dos humanos muito antes da existência da biologia ou genética como disciplinas científicas que conhecemos hoje. Antigamente, as pessoas melhoravam seus cultivos e animais domésticos selecionando os indivíduos desejáveis para o cruzamento. Eles também devem ter ficado intrigados quanto à herança da individualidade em humanos e feito perguntas como, por exemplo, “por que as crianças se assemelham ao seus genitores?”. A genética, como um conjunto de princípios e procedimentos analíticos, começou em 1860 (Griffiths., et al. 2006).

Genética pode ser definida como a manipulação do DNA para estudar as funções da célula e do organismo. Uma vez que o DNA codifica toda informação necessária para fazer a célula e o organismo completo, os efeitos da troca desta molécula podem dar indícios para a função normal do organismo e da célula. (Moreira, 2001).

Ribeiro e Legat, (2008) fundamentam que a melhoria genética de qualquer espécie se processa com base na escolha correta daqueles animais que participam do processo de constituição da geração seguinte. As ferramentas disponíveis para isso são: seleção e cruzamento. A seleção, de modo geral, tem o objetivo de melhorar e/ou fixar alguma característica de importância, permitindo que os melhores indivíduos de uma geração sejam pais da geração subsequente. O cruzamento é uma forma de acasalamento entre indivíduos dentro e entre espécies/variedades diferentes, que ocorre no sentido de alcançar incrementos de produção e de produtividade. A associação dessas duas ferramentas conduz a uma sinergia positiva nos programas de melhoramento para a orientação e sinalização do sucesso dos cruzamentos.

Segundo Falconer (1987), a genética quantitativa ocupa-se com a herança das diferenças entre indivíduos que são mais de grau do que de espécie, mais quantitativos do que qualitativos. Estas são as diferenças que, como Darwin escreveu, “proporcionam materiais para que as seleções naturais ajam e acumulem do mesmo modo que o homem acumula em dada direção diferença individual da produção doméstica”. Um conhecimento da herança destas diferenças é de fundamental significância no estudo da evolução e na aplicação da genética aos melhoramentos animal e vegetal, sendo a partir destes dois campos de pesquisa que a matéria recebeu o principal impulso para seu crescimento.

Assim, a expressão observável ou mensurável destas características, conhecida por fenótipo, no entanto, é um resultado que depende do genótipo do animal, para o qual pai e mãe contribuem igualmente, no momento da fecundação; do ambiente no qual ele é criado e da interação genótipo *versus* ambiente, que se representam as expressões dos genótipos quando expostos a diferentes condições ambientais. (Rosa, et. al, 2013).

Identificação individual (único e em uma idade precoce) de animais e seus pais é uma área provável de impacto sobre o sistema de avaliação genética adotada (Ponzoni, 2006). Desse modo, a avaliação genética visa à identificação dos indivíduos geneticamente superiores, de tal sorte que, usados na reprodução, leguem aos seus descendentes a sua superioridade, alterando dessa forma a média da população. Sob esta definição o indivíduo é visto como um veículo de genes que devem se expressar na geração subsequente. (Martins, 2013)

Alguns componentes relevantes da teoria e da implementação do programa de seleção são revistos. Isto inclui a gravação de pedigree, avaliação genética, equilibrando ganhos e diversidade genética e integrando táticas chaves. Métodos e ferramentas existentes podem ser úteis quando o lançamento de um programa em novas espécies, e ainda assim destacando a importância da compreensão e personalizada adequada aplicação de acordo com a biologia e ambientes da referida espécie (Kinghorn, 2006). Muitas características de importância econômica em animais reprodutores são observadas como resultados discretos (por exemplo, taxa de germinação, o sucesso reprodutivo e incidência de doença) ou objetivamente marcados em um conjunto de distintas categorias (por exemplo, distocia e características de conformação) (Van Tassell, 1998).

De acordo com Ponzoni (2006), reprodução seletiva é uma tecnologia genética que pode proporcionar a melhoria contínua de uma população de peixes. Outras

tecnologias (por exemplo, ginogênese, hibridação, triploidia) não devem ser encaradas como alternativas, mas como complementar à reprodução seletiva. Os procedimentos de melhoramento genético recomendados e implementados pelo Centro WorldFish utilizam naturalmente variação genética. Em sistemas de aquicultura de outra forma sustentável, criação de animais seletiva oferece grandes oportunidades, sem efeitos colaterais indesejáveis.

Uma vez que uma decisão é feita para iniciar um programa de reprodução seletiva para explorar a variação genética de uma população e aumentar a produtividade, o tipo de programa de seleção para melhor servir as necessidades da indústria e dar os melhores resultados deve ser escolhido. No atual contexto, há quatro métodos básicos de seleção: a seleção individual (ou seleção em massa) a qual se baseia exclusivamente em registros fenotípicos, a seleção entre familiar, a qual prevê o valor genético médio de cada família de sua média fenotípica, a seleção dentro de família prevê o valor genético de um indivíduo pelo desvio de seu fenótipo de sua média familiar e por último, a seleção combinada, um método de avaliação que podem incorporar informações sobre valor genético de um animal de várias fontes (Kinghorn, 2006).

Popma e Lovshin (1995) descreveram que o interesse na produção comercial de tilápia foi inicialmente atenuado por um pequeno tamanho da colheita resultante de reprodução excessiva e baixa estatura. Nos últimos trinta anos (que antecedem 1995), no entanto, as técnicas comercialmente viáveis foram desenvolvidas para controlar a superlotação nas lagoas, permitindo assim o crescimento para tamanhos mais comercializáveis. Já Komen e Trong (2013) relataram que o principal objetivo da Farmed Tilapia (GIFT) foi o melhoramento genético em peso de colheita da tilápia do Nilo (*O. niloticus*). Os resultados iniciais obtidos entre 1988 e 1997 indicaram que o melhoramento genético poderia produzir ganhos de colheita de 12 a 17%. Além disso, Eknathet al. (1998) afirmaram que testes de produção e pesquisas socioeconômicas em cinco países da Ásia revelam que o custo de produção por unidade de peixe produzido é 20 a 30% menor para a linhagem GIFT em relação a outras estirpes do Nilo em uso corrente, indicando que o rendimento aumenta utilizando a linhagem GIFT, beneficiando principalmente o vasto grupo de consumidores de menor poder aquisitivo.

Segundo Oliveira et al. (2013), este programa iniciou-se no Brasil em 2005 com a importação de 600 exemplares de 30 famílias da linhagem GIFT – Genetically Improved Farmed Tilapia, originária da Malásia, em que o objetivo do

programa de seleção é o aumento da taxa de crescimento sendo que, para isso, é utilizado como critério de seleção o ganho de peso médio diário. Entretanto, outras características, como medidas corporais e mortalidade na idade comercial, têm sido coletadas para incrementar o número de informações por animal acumulados da ordem de 28%, com diferenças de 18% na última geração em relação à anterior.

As demandas específicas de mercado e as diferentes condições de produção poderão conduzir ao desenvolvimento de linhagens melhoradas de tilápias, em que a velocidade de ganho de peso esteja associada com características de rendimento de cortes e qualidade de carne, com características relacionadas à mortalidade, resistência a doenças e tolerância a condições adversas de cultivo, bem com aos aspectos reprodutivos, como maturidade sexual. Estas ações poderão conduzir ao surgimento de diversos programas de melhoramento genético de tilápias difundidos no Brasil, produzindo genótipos superiores para cada condição. Para tanto, será necessária a criação de estruturas eficientes de produção como coleta e tratamento estatístico dos dados, demandando investimento em recursos humanos, em equipamentos e instalações (Resende, 2010).

Em função do curto ciclo de produção, o rápido crescimento, a precocidade sexual e a facilidade de reprodução em cativeiros, os investimentos em melhoramento genético para tilápias podem apresentar resultados rapidamente. O desenvolvimento genético produzido pode auxiliar os diversos sistemas de produção, impactando positivamente a produtividade, assim como observado nas cadeias produtivas de gado de corte, suínos e aves (Resende et al., 2010).

Gjedrem (2012) destacou que programas de melhoramento genético eficientes são cruciais para o desenvolvimento da piscicultura pois, além de atender à demanda mundial pelos produtos provenientes do pescado, apresentam a capacidade de reduzir os custos de produção, melhorando a eficiência alimentar dos animais, aumentando as taxas de crescimento e desenvolvendo de resistência a determinadas doenças.

A desova de tilápias é influenciada pelo ambiente (por exemplo, fotoperíodo, temperatura, disponibilidade de alimentos) fatores ambientais e sociais (estímulos sociais trocados entre fêmeas vizinhas). Portanto, a estratégia para a sincronização de desova envolve a manutenção de reprodutores em instalação de retenção adequado (por exemplo: hapas), condicionado pela alimentação adequada e avaliação da condição da maturação sexual das fêmeas (World Fish Center, 2004).

De acordo com Yoshida et al. (2015), a identificação dos grupos do sexo feminino com o melhor desempenho reprodutivo, independentemente da idade, pode ter grande importância econômica, visto que a manutenção de animais com somente essas características reduz os custos de alimentação, pois reduz o número de reprodutores em uma gestão mais eficaz.

De acordo com Coward e Bromage (2000), com o aumento da demanda de consumidores por tilápia, passa a ser vital que as operações de cultivo cumpram com êxito a demanda do mercado. A eficiência nas incubadoras é o parâmetro mais importante para maximizar e manter a produção. A maturidade sexual da tilápia geralmente sob sucessivos ciclos reprodutivos tem o intervalo de 4 a 6 semanas e teoricamente isso deveria levar à produção quase contínua de alevinos, assumindo que a variação ambiental sazonal permaneça mínima.

Como o é alimento fornecido regularmente e em quantidade suficiente, temperatura e outras condições físico-químicas adequadas, a reprodução ocorre durante todo o ano na estação de Bouaké. É provável que o número de machos usados (1 para cada 3 fêmeas) pode ter sido insuficiente nas condições especiais no experimento, visto que 51 a 63,5% das fêmeas estavam prontas para a desova ou desovaram ao mesmo tempo. Quando várias fêmeas apresentam desova síncrona, os machos podem deixar de reproduzir com todas elas (Duponchelle e Legendre, 2001). Segundo Charo-Karisaet al. (2007), a baixa correlação genética entre ganho de peso e maturidade encontrado em seu estudo indica que seria possível fazer seleção simultânea entre maturidade mais tardia e velocidade de ganho de peso.

Gjerde (1985) descreveu que em salmão do atlântico e truta arco-íris tanto as correlações fenotípicas e genéticas entre o volume dos ovos e número de ovos são altas e positivas, e peso corporal tem uma forte influência positiva em ambos os traços de ovos. Ainda, não parece haver uma forte relação desfavorável entre a taxa de crescimento e maturidade sexual e entre taxa de crescimento e tamanho dos ovos nestas espécies. Mais pesquisas são necessárias para compreenderem melhores relações fenotípicas e genéticas entre o crescimento, sobrevivência, características de fecundidade e idade de maturidade em peixe e marisco. Características reprodutivas só devem ser consideradas em um programa de melhoramento, somente se a correlação genética entre taxa de crescimento e tamanho do ovo ou a qualidade do ovo for negativo. É, no entanto, importante manter registros dessas características para estudar e saber se eles estão ou não mudando ao longo de um período de tempo (Gjerde, 1985).

As respostas de seleção observadas por Hörstgen-Schwark e Langholz(1998) demonstram claramente a possibilidade de alterar a maturidade sexual em *Oreochromis niloticus* a uma fase posterior, sem afetar o desempenho do crescimento. Todas as medidas de maturação sexual incluídas no estudo mudaram de forma consistente e significativa, independentemente da característica de seleção real aplicada e independentemente do sexo. Isto indica que a avaliação visual da maturação em fêmeas e o índice gonadossomático em machos são indicadores de confiança do processo de maturação em geral e, portanto, eles podem ser usados como características de seleção eficazes para um retardo genético da maturidade sexual. A consideração de pesos mínimos para as famílias a serem selecionados acabou por ser essencial para evitar a seleção de famílias com alta proporção de prole subdesenvolvida que têm desenvolvimento gonadal retardado ou insignificante (Hörstgen-Schwark eLangholz, 1998).

No entanto, Kronert et al. (1989) alertaram que ao iniciar programas de melhoramento reais tem que ser mostrado que os resultados de seleção, obtidos em condições de laboratório, produzirão resultados confiáveis para o ambiente real de produção no campo. Isto significa que possível interação genótipo-ambiente pode ser negligenciada. Além disso, antes de iniciarem-se programas abrangentes e dispendiosos de reprodução, deve ser assegurado que o estoque da fundação utilizado representa a base genética mais promissora no que diz respeito às principais características de interesse.

Segundo Huang & Gall (1990), ao estudar a correlações genéticas entre peso e características reprodutivas em truta arco-íris, as correlações genéticas entre pesos e medidas do desempenho reprodutivo são favoráveis para a maioria dos objetivos de seleção destinadas a aumentar a taxa de crescimento e capacidade reprodutiva.

Segundo Trõng et al. (2013), a correlação genética favorável entre sucesso da desova e peso na despesca implica que a seleção de tilápias do Nilo com valores de produção mais elevados para o peso no momento da despesca também irá resultar em fêmeas que têm a maior chance de desovar, desde que o tempo para a desova seja limitado a 20 dias. Isto tem uma grande vantagem, porque a desova bem sucedida reduz o número de peixes necessários para produzir famílias. Se a fêmea não desovar depois de 20 dias, ela deve ser removida do plantel, pois a chance de desovar mais tarde é pequena. Isto resultaria em um teste rápido de machos e fêmeas e permitir a produção de família para ser realizado em tempo tão curto quanto possível. A desvantagem dessa

abordagem seria a de que a resposta à seleção reduz à medida que mais candidatos com valores genéticos mais baixos são usados para reprodução.

Ainda, segundo Charo-Karisa et al. (2007), a baixa correlação genética entre ganho de peso e maturidade no seu estudo indica que estaria possibilitando para seleção simultânea entre maturidade mais tardio e velocidade de ganho de peso. Segundo Komen e Trong (2013) existe um risco de que as fêmeas de tilápia do Nilo selecionadas para ganho de peso produzam ovos menores, o que pode levar a problemas de fertilidade a longo prazo e baixa sobrevivência.

## Citaçãobibliográfica

Charo-Karisa, H., Bovenhuis, H., Rezk, M. A., Ponzoni, R. W., Arendonk, J. A. M., Komen, H. In Phenotypic and genetic parameters for body measurements, reproductive traits and gut length of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected for growth in low-input earthen ponds. *Aquaculture*, p.15-23, 2007.

Coward, K., Bromage, N. R. In *Reproductive Physiology of female tilapia broodstock*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 1-25, 2000.

Duponchellea, F., Legendre, M. In Rapid phenotypic changes of reproductive traits in response to experimental modifications of spatial structure in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquat.Living Resour.*V.14 p.145–152, 2001.

Eknath, A. E., Dey, M. M., Rye, M., Gjerde, B., Abella, T. A., Sevilleja, R., Tayamen, M. M., Reyes, R. A., Bentsen, H. B. In *SELECTIVE BREEDING OF NILE TILAPIA FOR ASIA*. Invited paper at 6th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, Australia, p.11-16, 1981.

Falconer, D. S. Introdução. In *Introdução à Genética Quantitativa*. Falconer, D. S. 1° ed. 1p. 1987.

Gjerde, B. In *Growth and reproduction in fish and shellfish*. Review Article. *Aquaculture*, Volume 57, Issues 1–4, p. 37-55, 1986.

*GIFT Technology Manual: An aid to Tilapia selective breeding*. World Fish Center, Penang, Malaysia, 2007.

Huang,N., Gall,G. A. E. Correlation of body weight and reproductive characteristics in rainbow trout. *Aquaculture*. Volume 86, Issues 2–3, 15, p.191-200, 1990.

Hörstgen-Schwark, G.,Langholz, H.-J. Prospects of selecting for late maturity in tilapia (*Oreochromis niloticus*): III. A selection experiment under laboratory conditions. *Aquaculture*, Volume 167, Issues 1–2, p. 123–133, 1998.

Kinghorn, B. Lessons from established breeding programs: Terrestrial and aquatic animals. In: *Development of Aquatic Animal Genetic Improvement and Dissemination Programs: Current Status and Action Plans*. Ponzoni, R. W., Acosta, B. D., Ponniah, A. G. World Fish Center, 7p, 2006.

Komen, H.; Trong, T. Q. Nile tilapia genetic improvement: achievements and future directions. *ISTA10 Special Issue Selected Papers*. 1057, p. 2013

Kronert, U., Hörstgen-Schwark, G., Langholz,H., J. Prospects of selecting for late maturity in tilapia (*Oreochromis niloticus*): I. Family studies under laboratory conditions. *Aquaculture*, v. 7, p. 113-121, 1989.

Ponzoni, R. W. Genetic improvement and effective dissemination: Keys to prosperous and sustainable aquaculture industries. In: *Development of Aquatic Animal Genetic*

Improvement and Dissemination Programs: Current Status and Action Plans. Ponzoni, R. W., Acosta, B. D., Ponniah, A. G. WorldFish Center, 7p. 2006.

Popma, T. J., Lovshin, L. L. In Worldwide Prospects for Commercial Production of Tilapia by International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama. December 1995.

RESENDE, E.K.; OLIVEIRA, C.A.L.; LEGAT, A.P. E RIBEIRO, R.P. Melhoramento genético animal: Uma visão crítica espécies aquáticas. Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, VIII. Anais... Maringá- PR. Brasil, 2010.

Rosa, A. N., Menezes, G. R. O., Egito, A. A. Recursos Genéticos e Estratégias de melhoramento. In: Melhoramento Genético Aplicado a Gado de Corte Programa Geneplus-EMBRAPA. Rosa, A. N., Martins, E. N., Menezes, G. R. O., Silva, L. O. C. Embrapa Brasília, DF, 1p. 2013.

Ribeiro, R. P. Espécies Exóticas. In: Fundamentos da moderna Aquicultura. , Heden, L. M. M., Vargas, L.,Ribeiro, R. P., Zimmermann, S. 91p., 2001.

Ribeiro, R. P., Legat, A. P. In Delineamento de Programas de Melhoramento Genético de Espécies Aquícolas no Brasil. (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X;184).Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2008.

Martins, E. N. Avaliação Genética: Dos dados às DEP's. In: Melhoramento Genético Aplicado a Gado de Corte Programa Geneplus-EMBRAPA. Rosa, A. N., Martins, E. N., Menezes, G. R. O., Silva, L. O. C. Embrapa Brasília, DF, 1p. 2013.

Moreira, H. L. M. Genética e Melhoramento de Peixes. In: Fundamentos da moderna Aquicultura. , Heden, L. M. M., Vargas, L.,Ribeiro, R. P., Zimmermann, S. 135p., 2001.

Oliveira, C. A. L., Ribeiro, R. P., Junior, D. S. Povh, J. A., Resende, E. K. In Melhoramento genético de peixes uma realidade para a piscicultura brasileira. Panorama da aquicultura. Disponível em: - ><http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=2386><-. Acesso em: 27 de maio de 2016.

Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Lewontin, R. C., Gerbart, W. M., Suzuki, D. T., Miller, J. H. Genética e o Organismo. In: Introdução à Genética. Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Lewontin, R. C., Gerbart, W. M., Suzuki, D. T., Miller, J. H. 8° ed, 2 p., 2006.

Trọng, T. Q., Arendonk, J. A. M., Komen, H. Genetic parameters for reproductive traits in female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): I. Spawning success and time to spawn. Aquaculture.Volumes 416–417, 5 December 2013, Pages 57–64

Trọng, T. Q., Arendonk, J. A. M., Komen, H.Genetic parameters for reproductive traits in female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): II. Fecundity and fertility.Aquaculture.Volumes 416–417, 5 December 2013, Pages 72–77.

Van Tassell, C. P., Van Vleck, L. D., Gregory, K. E. Bayesian Analysis of Twinning and Ovulation Rates Using a Multiple-Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. In: Journal of Animal Science. 2048p, 1998.

Yoshida, G. M., Oliveira, C. A. L., Kunita, N. M., Gabriel Soriani Rizzato, G. S., Ribeiro, R. P. Performance reprodutiva de fêmeas de tilápias do Nilo em diferentes ambientes e classes de idade. Acta Sci., Anim. Sci. vol.37 no.3 Maringá July/Sept. 2015.

## II - OBJETIVOS GERAIS

- Estimar os parâmetros genéticos das características reprodutivas, probabilidade de desovar, probabilidade de desova múltipla, intervalo entre desova, volume de ovos, número de desova e número de ovos por mL em fêmeas de Tilápias do Nilo da primeira geração AquaAmérica;

- Estimar a correlação genética entre as características reprodutivas e peso ao final do cultivo de Tilápia do Nilo.

### III- PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICA REPRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO

#### RESUMO

Com intuito de se alcançar o objetivo das tilapiculturas, programas de melhoramento genético utilizam como critério de seleção o peso na despesca, desconhecendo o efeito desse critério sobre as características reprodutivas. O presente estudo teve por objetivos estimar os parâmetros das características reprodutivas, bem como estimar a associação genética entre desempenho em peso e características reprodutivas em fêmeas de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da primeira geração da variedade AquaAmérica. O conjunto de dados continha informação de 399 fêmeas para avaliação das características probabilidade de desovar (PD), desova múltipla (DM), intervalo entre desovas (ID), número de desova (ND), volume de ovos (VO) e número de ovos por mL (NO) e 2672 informações de desempenho em peso, de Tilápia do Nilo da primeira geração da variedade AquaAmérica, mantidas em hapas de polietileno, na Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá, Município de Maringá - PR. Os dados foram coletados no período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015. Foram estimados os parâmetros genéticos utilizando modelos animal unicarácter, bicarácter e de repetibilidade. A estimativa de herdabilidade foi de 0,46,0,34, 0,17 e 0,10 para ND, ID, VO e NO, para PD a herdabilidade escala normal foi de 0,95 enquanto a escalabinária foi de 0,53 já para DM a herdabilidade escala normal e binária foi de 0,59 e 0,37, respectivamente. A repetibilidade estimada foi de 0,29 para VO e 0,16 para NO. A estimativa das correlações genéticas entre peso e ID foi negativa (-0,21), entretanto, PD, DM, NO e VO variou entre 0,25 a 0,64. Os valores de repetibilidade para volume de ovos e número de ovos por mL é baixa, indicando que os efeitos temporários localizados têm alta participação na variação fenotípica. Alta herdabilidade foi observada para PD, DM e ND, demonstrando que a variação fenotípica observada entre os animais tem origem genética aditiva, atrelado com o resultado do ganho genético, sendo assim bons candidatos a critério de seleção. Das características reprodutivas mensuradas apenas desova múltipla e número de desova apresenta correlação genética com peso, indicando resposta correlacionada com a seleção para velocidade de crescimento.

**Palavras chaves:** Tilápia do Nilo, Correlação Genética, Herdabilidade, Reprodução.

# GENETIC PARAMETERS FOR REPRODUCTIVE TRAITS IN NILE TILAPIA

## ABSTRACT

In order to achieve the goal of tilapicultures, breeding programs use as selection criteria weight at harvesting, ignoring the effect of this criterion on the reproductive characteristics. This study aimed to estimate the parameters of reproductive traits, and to estimate the genetic association between performance in weight and reproductive characteristics of females Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) at first generation from AquaAmérica strain. The data set contained 399 females information for evaluating the characteristic likely to spawn (PD), multiple spawning (DM), interval between spawns (ID), spawning number (ND), volume of eggs (VO) and number of eggs per mL (NO) and 2672 information of males and females for performance characteristics weight of Nile Tilapia of the first generation from AquaAmérica strain kept in polyethylene hapas in Fish Farming Experimental Station of the State University of Maringá, Maringá - PR . Data were collected from December 2014 to February 2015. Genetic parameters were estimated using animal models unicaracter, bicaracter and repeatability. The heritability estimate was 0.46, 0.34, 0.17 and 0.10 for ND, ID, orally and IN, respectively, to PD heritability normal range was 0.95 while the binary scale was 0,53 already DM heritability normal and binary scale was 0.59 and 0.37, respectively. The estimated repeatability was 0.29 for VO and 0.16 for NO. Estimate of genetic correlations between weight and ID was negative (-0.21), however, PD, MD, NO and VO ranged from 0.25 to 0.64. The repeatability values for volume of eggs and number of eggs per mL is low indicating that the localized temporary effects have high participation in phenotypic variation. High heritability was observed for PD, MD and ND showing that the phenotypic variation observed among animals have additive genetic, coupled with the result of genetic gain, and thus good candidates for selection criterion. From reproductive traits measured only multiple spawning and spawning number shows genetic correlation with weight, indicating correlated response to selection for growth rate.

**Keywords:** Tilapia Nile, Genetic Correlation, Heritability, Reproduction.

# PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICA REPRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO

## Introdução

A necessidade de um esforço sistemático para manter a variabilidade genética e permitir uma posterior melhoria das variedades cultivadas de tilápia do Nilo é amplamente reconhecida (Santos et al., 2009). A produção de alevinos é o elo de maior relevância da cadeia aquícola. Sem alevinos de boa qualidade, as taxas de conversão decrescem, não há padronização, a qualidade da carne é inferior e ocorre aumento nos custos de produção (Ribeiro, 2015).

A aplicação da tecnologia do melhoramento genético em espécies de animais aquáticos tem sido comparativamente menor, mas existe um grande potencial para expansão imposta pela crescente demanda mundial por alimentos (Ribeiro e Legat, 2008).

Para muitas espécies de animais, o longo prazo de seleção para eficiência da produção resultou em problemas fisiológicos, imunológicos e reprodutivos. Para a tilápia do Nilo, as características reprodutivas de interesse são idade e peso da primeira reprodução (maturidade sexual), fecundidade e fertilidade (Ponzoni, 2006). Alta prolificidade, maturidade sexual precoce e desova frequente (parcelada) (Popma e Green, 1990).

Peso ao abate é a principal característica em programas de melhoramento tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os efeitos da seleção para peso ao abate sobre características reprodutivas das fêmeas são desconhecidos (Trong et al., 2013; Ponzoni et al., 2005). Mas respostas correlacionadas em características de produção e eficiência reprodutiva são respostas favoráveis e/ou negativas, que ainda não foram relatados (Komen e Trong, 2013).

Com intuito de se alcançar o objetivo das tilapiculturas, programas de melhoramento genético utilizam como critério de seleção o peso na despesca, desconhecendo o efeito desse critério sobre as características reprodutivas.

O presente estudo teve por objetivos estimar os parâmetros das características reprodutivas, bem como estimar a associação genética entre desempenho em peso e características reprodutivas em fêmeas Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da primeira geração da linhagem AquaAmérica.

## Material e Métodos

### **Delineamento experimental**

Foram utilizadas, para coleta de informações reprodutivas, 399 fêmeas e, para peso corporal, informações de 2672 animais de 51 famílias do núcleo de seleção da primeira geração da variedade Aquaamérica.

A avaliação de desempenho produtivo ocorreu no período de abril a outubro de 2014, em sistema de tanques-rede no Município de Diamante do Norte - PR (22°39'21" S e 52°51'36" W), quando foram medidas as informações de peso corporal ao final período de cultivo.

Para avaliação do desempenho reprodutivo os animais foram mantidos em cinco hapas de polietileno, onde quatro hapas contendo 80 fêmeas e 27 machos e uma contendo 79 fêmeas e 27 machos, de 21 m<sup>3</sup> (7 x 3 x 1m) com lotação de 5,09 animais por m<sup>3</sup>, malha de abertura de 1 mm, em viveiro escavado de 25x13x1m na Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá (UEM - Codapar), Distrito de Floriano (23°31'25" S e 52°03'12" W), Município de Maringá – PR. A renovação de água foi constante e utilizou-se um aerador de pás, ligado intermitentemente a cada 15 min. As coletas de dados ocorreram no período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando 77 dias de experimento, sendo realizadas 12 coletas totais.

Verificou-se a desova semanalmente restringindo os reprodutores à pequena área do hapa. De cada fêmea capturada foram anotados o número de identificação, utilizando o equipamento de leitura de microchips e, quando observada a presença de ovos na cavidade bucal, estes foram coletados por meio de lavagem bucal para a mensuração do volume total de ovos produzidos por fêmea por desova, concomitantemente foi coletado um mL de ovos do volume total produzido pelo fêmea para mensuração do número de ovos por mL.

O volume total de ovos foi medido utilizando um proveta volumétrica e o número de ovos por mL foi aferido a partir de uma amostra coletada utilizando pipeta de Pasteur e seringa, sendo armazenada em um ependorfe com solução de formol a 5%. Posteriormente, estas amostras foram drenadas para a contagem do número de ovos.

As informações de ocorrência ou não das desovas foram identificadas por um ou zero, podendo estimar ao final do período de avaliação, a probabilidade de desovar ou

não, probabilidade de desovar mais de uma vez, número de desovas (ND) e o intervalo entre desovas (ID).

### **Análises estatísticas**

O conjunto de dados para a realização das análises estatísticas de desempenho reprodutivo continha informações do número de desovas (ND), intervalo entre desova (ID), volume de ovos (VO) e número de ovos por mL (NO), além da ocorrência de uma ou mais desovas na estação reprodutiva.

Foram estimadas as probabilidades de desova (PD) e desovas múltiplas (DM), consideradas como características de limiar, sendo 1 em caso positivo (ocorrência de pelo menos uma desova (PD) ou a ocorrência de mais de uma desova (DM) na estação reprodutiva) e 0 caso contrário. O número de desovas, com valores variando de zero a doze desovas, o intervalo entre desova estimado pela média de dias entre as desovas, o volume de ovos e o número de ovos por mL foram consideradas como características contínuas.

Foram realizadas análises unicaracter para as características probabilidade de desova, desovas múltiplas, número de desovas, intervalo entre desova, volume de ovos e número de ovos por mL, por meio de inferência Bayesiana, utilizando o programa computacional *MTGSAM Threshold– MultipleTraitGibbsSampler for Animal Models* (Van Tasselet al., 1998). Para probabilidade de desova e desovas múltiplas, consideraram-se como características limiariares, sendo 1 em caso positivo (ocorrência de desova e ocorrência de desovas múltiplas) e 0 caso contrário. Para número de desovas, volume de ovos e número de ovo por mL, consideraram-se características contínuas.

Foram realizadas análises bicaracter combinadas com peso final e características reprodutivas, sendo que as informações de peso foram coletadas no final do período de cultivo realizado em novembro de 2014. Foram utilizadas informações de 2762 medidas para peso de machos e fêmeas; para a característica peso em associação às características reprodutivas, foram utilizadas informações de 400 fêmeas; probabilidade de desova, desovas múltiplas, número de desovas e volume de ovos por meio de inferência Bayesiana, utilizando o programa computacional *MTGSAM Threshold– Multiple Trait Gibbs Sampler for Animal Models* (Van Tassel et al., 1998). Os pressupostos, considerando as distribuições de probabilidade das características, foram os mesmos das análises unicaracter.

O modelo animal usado está descrito abaixo,

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2f + e$$

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

$$\begin{bmatrix} a \\ f \\ e \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} \emptyset \\ \emptyset \\ \emptyset \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & \emptyset & \emptyset \\ \emptyset & I_k\sigma_f^2 & \emptyset \\ \emptyset & \emptyset & I_n\sigma_e^2 \end{bmatrix} \right\};$$

$$E(y) = X\beta; \text{var}(y) = Z_1AZ_1'\sigma_a^2 + Z_2Z_2'\sigma_f^2 + I\sigma_e^2$$

em que,  $A$  é a matriz de parentesco entre os animais;  $\sigma_a^2$  é a variância genética aditiva direta;  $\sigma_f^2$  e  $\sigma_e^2$  são as variâncias do efeito de ambiente comum de família; e residual, respectivamente;  $I_k$  é a matriz identidade de ordem  $k$ , sendo  $k$  igual ao número de famílias;  $I_n$  matriz identidade, de ordem  $n$ , sendo  $n$  igual ao número de observações em que é a variância ou matriz de variâncias relativas ao efeito de ambiente comum de família, para análises uni ou multicaracter, respectivamente, em que é a variância ou matriz de variância e covariâncias residuais, para análises uni ou multicaracter, respectivamente. As matrizes  $e$ , terão ordem 2 nas análises bicaracter.

A herdabilidade na escala binária observada foi transformada para uma escala contínua subjacente de acordo com a Tronget al. (2013) utilizando a seguinte:

$$h^2_{lin} = h^2_{bin} \frac{p(1-p)}{z^2}$$

Onde  $h^2_{bin}$  é a herdabilidade na escala binária,  $h^2_{lin}$  é a herdabilidade na escala normal,  $p$  é a fração de fêmeas que obtiveram a característica e  $z$  é a ordenada da distribuição normal padrão no ponto de limiar correspondente à fração  $p$ .

As distribuições posteriores para os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos nas análises unicarater foram obtidas utilizando inicialmente 550.000 ciclos, com amostras retiradas a cada 50 ciclos, após a eliminação dos 50.000 ciclos iniciais, para as análises bicarater foi utilizado inicialmente 2.000.000 ciclos, com amostras retiradas a cada 100 ciclos, após a eliminação dos 500.000 ciclos iniciais. A análise de convergência das cadeias geradas foi realizada pelo critério de Heidelberger & Welch,

descrito por Cowles et al. (1995), utilizando-se a biblioteca CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*), implementada no programa R (version 2.15.2).

A estimativa do valor de repetibilidade foi obtida a partir das amostras *a posteriori* dos componentes de variância, geradas em análises unicaracter para as características volume de ovos e número de ovos por mL, usando a seguinte expressão:

$$R = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_f^2 + \sigma_{ep}^2}{\sigma_p^2}$$

em que  $\sigma_a^2$ ,  $\sigma_f^2$ ,  $\sigma_{ep}^2$  e  $\sigma_p^2$  são as variâncias genéticas aditivas, efeito comum de família, efeito ambiental permanente e fenotípicas, respectivamente.

A estimativa do ganho genético ( $\Delta g$ ) foi obtida através da raiz da variância ( $\sigma_a^2$ ) e herdabilidade ( $h^2$ ) obtido na análise unicaracter descrita anteriormente e através dos dados da proporção selecionada ( $p$ ) aplicado pela empresa de 8,9% dentro de família, obtivemos a uma ( $i$ ) intensidade de seleção de 1,86 segundo e Werf, (2006), usando a seguinte expressão:

$$\Delta g = ih\sigma_a$$

## Resultados e discussão

As estimativas de herdabilidade foram de 0,46,0,34, 0,17 e 0,10 para ND, ID, VO e NO, respectivamente. O ganho genético esperado para características reprodutivas é expressivo (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa unicarater de variância genética aditiva ( $\sigma_a^2$ ), variância residual ( $\sigma_e^2$ ), herdabilidade ( $h^2$ ), efeito de ambiente comum materno ( $c^2$ ), média e ganho genético ( $\Delta g$ ) para as características número de desovas (ND), intervalo entre desova (dia) (ID), volume de ovos (ml) (VO), número de ovos  $\text{ml}^{-1}$  (NO) e estimativa de repetibilidade ( $ri$ ) para VO e NO.

	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$	$c^2$	Média	$\Delta g$	$ri$
ND	1,84 (0,74) (0,69 - 3,57)	1,86 (0,44) (0,89 - 2,65)	0,46 (0,15) (0,19 - 0,77)	0,05 (0,03) (0,01 - 0,14)	2,34	1,70	-
ID	9,34 (4,55) (3,39 - 20,43)	16,04 (3,12) (9,53 - 21,87)	0,34 (0,14) (0,13 - 0,65)	0,04 (0,03) (0,01 - 0,12)	26,47	3,29	-
VO	17,95 (10,16) (5,15 - 44,17)	77,01 (8,54) (59,33 - 9,11)	0,17 (0,09) (0,05 - 0,39)	0,07 (0,03) (0,03 - 0,14)	28,49	3,25	0,29 (0,05) (0,20 - 0,39)
NO	78,16 (30,02) (31,65 - 147,42)	658,76 (35,44) (593,60 - 731,37)	0,10 (0,04) (0,04 - 0,18)	0,03 (0,05) (0,01 - 0,06)	137,4	5,15	0,16 (0,04) (0,10 - 0,24)
					8		

A herdabilidade alta estimada para probabilidade de desovar (PD) a herdabilidade escala normal foi de 0,95 enquanto em escala binária foi de 0,53, no entanto, para desova múltipla (DM) a herdabilidade escala normal e binária foi de 0,59 e 0,37, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa unicarater de fração de seleção ( $p$ ) herdabilidade na escala normal ( $h_{lin}^2$ ), herdabilidade na escala binária ( $h_{bin}^2$ ) efeito de ambiente comum materno ( $c^2$ ) e ganho genético ( $\Delta g$ ) para as características probabilidade de desova (PPD), desova múltipla (DM).

	$P$	$h_{bin}^2$	$c_{bin}^2$	$h_{lin}^2$	$c_{lin}^2$	$\Delta g$
PD	0,72	0,53 (0,16) (0,24-0,87)	0,03 (0,02) (0,01-0,09)	0,95 (0,29) (0,42 - 1,53)	0,04 (0,02) (0,00 -0,09)	0,30
DM	0,60	0,37 (0,11) (0,18-0,60)	0,01 (0,02) (0,00 - 0,05)	0,59 (0,17) (0,29 - 0,95)	0,02 (0,04) (0,01 - 0,16)	0,19

Resultado diferente foi encontrado por Trong et al. (2013), em que a herdabilidade na escala normal para probabilidade de desovar no período de 12 dias foi de 0,03 e no período de 32 dias foi de 0,22. No presente estudo, o período de coleta foi de 90 dias, o que pode resultar num aumento na herdabilidade, visto que a probabilidade de desovar aumenta ao longo do tempo, diminuindo o efeito de ambiente. Concomitantemente, a desova múltipla, que corresponde à probabilidade de desovar mais de uma vez e número de desova, novamente foi observada alta herdabilidade. Isto pode ser devido ao fato de o tempo para que a desova seja fortemente influenciada por fatores biológicos e sociais (Trong et al., 2013).

Em seu trabalho, Komem e Trong (2013) encontraram resultados baixos para herdabilidade para características de fecundidade (tamanho de ovos, número de ovos, peso total de ovos e fecundidade relativa) foram baixos, variando 0,05-0,08. Para maturidade na desova, enquanto Eknath et al, (1995) obtiveram herdabilidade de 0,15.

Características como número de desova, intervalo entre desova, probabilidade de desovar e desova múltipla demonstram que a variação fenotípica observada entre os animais tem origem genética aditiva e atrelado ao resultado expressivo do ganho genético demonstram que são interessantes para serem usados como critérios de seleção em programas de melhoramento genético.

A repetibilidade estimada foi baixa para volume de ovos (0,29) e para número de ovos por mL (0,16), valores de 0,17 para peso da desova e 0,05 para diâmetro do ovo foi relatado por Trong et al. (2013). Indicando a necessidade de maior número de coletas utilizando mais de uma estação de reprodução, pois os efeitos temporários localizados têm alta participação na variação fenotípica. Há uma necessidade de desenvolver métodos com objetivos de mensuração de desova e esses indicadores devem ser repetíveis e aplicáveis a diversos sistemas de cultivo de tilápia, conforme relatado por Eknath et al.,(1995).

Tabela 3. Estimativa de correlação genética ( $r_g$ ) e fenotípica ( $r_p$ ) entre as característica peso e às características reprodutivas probabilidade de desova (PD), desova múltipla (DM), intervalo entre desova (ID), número de desovas (ND) e volume de ovos (VO), com respectivos desvios padrões e com intervalo de credibilidade.

	PD	DM	ID	ND	VO
$r_g$	0,39 (0,27) (-0,26 - 0,80)	0,58 (0,21) (0,05 - 0,87)	-0,21 (0,34) (-0,75 - 0,53)	0,64 (0,20) (0,14 - 0,89)	0,25 (0,32) (-0,45 - 0,76)
$r_p$	0,23 (0,08) (0,08 - 0,38)	0,39 (0,07) (0,25 - 0,51)	0,14 (0,01) (-0,06 - 0,32)	0,43 (0,06) (0,30 - 0,55)	0,30 (0,07) (0,15 - 0,44)

A correlação genética entre peso e probabilidade de desovar (0,39), e desova múltipla (0,58), intervalo entre desova foi -0,21 e a fenotípica foi 0,14. Para a correlação genética entre peso e número de desova foi de 0,64 embora a fenotípica foi de 0,43, e a correlação genética entre peso e volume de ovos foi de 0,25 entretanto, a fenotípica foi de 0,30. Os valores de correlação demonstram uma associação genética fraca negativa entre intervalo entre desova e peso, mas se considera nula, pois a amplitude dos dados (-0,75 - 0,53) demonstrando que passa pelo zero, entretanto a uma correlação moderada positiva entre desova múltipla e número de desova com o peso e correlação fraca positiva para probabilidade de desova e volume de ovos com o peso (Tabela 3).

De acordo com a pesquisa anterior de Charo-Karisa et al. (2007), os quais encontraram resultados na correlação genética e fenotípica entre ganho em peso e maturidade de 0,18 e 0,26 respectivamente, observando as gônadas, obtiveram correlação genética entre ganho em peso e peso do índice gônada somático em fêmeas de 0,33 e correlação fenotípica de 0,68. Já Trong et al. (2013) relatam valores de 0,52 para correlação genética entre peso na despesca e sucesso de desova.

A correlação genética positiva entre ganho em peso e características reprodutivas se mostram interessantes para programas os quais possuem como critérios de seleção peso na despesca, não apresentando papel relevante com baixa taxa de reprodução de suas matrizes. Contudo, o monitoramento de rotina dos parâmetros reprodutivos deve ser feito dentro do núcleo, em que devem se atentar às respostas correlacionadas indesejáveis entre as características.

## Conclusões

O intervalo entre desova e número de desova apresentou alta herdabilidade, sugerindo que a variação fenotípica observada entre os animais tem mais origem genética aditiva.

Das características reprodutivas mensuradas, apenas desova múltipla e número de desova apresenta correlação genética com peso, indicando resposta correlacionada com a seleção para velocidade de crescimento. Isso demonstra que a seleção para peso, em princípio, não prejudica as características reprodutivas em tilápias.

## Citação bibliográfica

Charo-Karisa, H., Bovenhuis, H., Rezk, M. A., Ponzoni, R. W., Arendonk, J. A. M., Komen, H. Phenotypic and genetic parameters for body measurements, reproductive traits and gut length of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected for growth in low-input earthen ponds. *Aquaculture* 2007. p. 15-23.

Eknath, A. E., Reyes, R. A., Bolivar, H. L., Vera, M. P., Danting, J. C., Dionisio, E. E., Longalong, F. M. Genetic improvement of farmed tilapias: estimation of genetic variation and heritability for age and size at first spawning in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 137, p. 279-280. 1995.

Komen, H.; Trong, T. Q. Nile tilapia genetic improvement: achievements and future directions. *ISTA10 Special Issue Selected Papers*. 1057, p. 2013

Ribeiro, R. P. Desafios do melhoramento genético de organismos aquáticos. In: *Revista Panorama da AQUICULTURA*. Edição Jan/Fev/ p. 36-43, 2015.

Ribeiro, R. P.; Legat, A. P. Delineamento de programas de melhoramento genético de espécies aquícolas no Brasil. *Embrapa Meio Norte, Teresina. (Documentos, 184)* 2008.

Ponzoni, R. W. Genetic improvement and 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: Current Status and Action Plans*, p. 8. 2006.

Ponzoni, R. W.; Hamzah, A.; Tan, S. e Kamaruzzaman, N. Genetic parameters an response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 247:203-210, 2005.

Popma TJ, Green BW. Sex reversal of tilapia in earthen ponds: aquaculture production manual. Auburn, AL: Auburn University, 1990. 15p. (Research and Development Series, 35).

Van Tassell, C. P. And L. D. Van Vleck. A Manual for Use of MTGSAM. A Set of FORTRAN Programs To Apply Gibbs Sampling to Animal Models for Variance Component Estimation [Draft]. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1998

Santos, A. I. Interação genótipo-ambiente e estimativas de parâmetros genéticos em tilápias (*Oreochromis niloticus*). Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, p.85, 2009.

Trọng, T. Q., Arendonk, J. A. M., Komen, H. Genetic parameters for reproductive traits in female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): I. Spawning success and time to spawn. *Aquaculture*. Volumes 416–417, 5 December 2013, Pages 57–64

Trọng, T. Q., Arendonk, J. A. M., Komen, H. Genetic parameters for reproductive traits in female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): II. Fecundity and fertility. *Aquaculture*. Volumes 416–417, 5, December 2013, Pages 72–77

Werf, J. Teoria da seleção e componentes da mudança genética. In *Melhoramento Animal Uso de Novas Tecnologias*. Kinghorn, B., Werf, J., Ryan, M. Piracicaba: FEALQ, 45 p., 2006.