

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE DIFERENTES GRUPOS
GENÉTICOS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Ana Crimilda Fernando Silva

CAMPO GRANDE, MS
2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA ANIMAL CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE DIFERENTES GRUPOS
GENÉTICOS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Reproductive characteristics of different genetic groups of Nile tilapia
(*Oreochromis niloticus*)

Ana Crimilda Fernando Silva

Orientador: Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.

Área de concentração: Produção
Animal

CAMPO GRANDE, MS 2018

Dedicatória

Dedico a minha mãe, Angelina David Inguane (in memória), por ter me ensinado a ser uma pessoa forte e a valorizar as coisas simples da vida. Durante muito tempo você foi a única pessoa que podia me escutar e entender. Sinto sua falta.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que está sempre iluminando minha trajetória e me ofereceu condições físicas, psicológicas e financeiras para realizar mais esta qualificação profissional, me tornando mestre em Ciência Animal. Além de ter colocado pessoas maravilhosas no meu caminho, que pudessem colaborar comigo.

Agradeço a minha mãe, a minha filha (Hiduína) que sempre esteve confiante nos meus desafios, a minha tia Ana (meu embaixador), família e amigos de todos os momentos, que torceram por mim, que compartilharam dificuldades e esperança nesta minha jornada.

Ao meu orientador Jayme Aparecido Povh, que acreditou no meu trabalho e na minha escolha, me auxiliando no desenvolvimento deste trabalho. Ao Professor Ruy Alberto Caetano Correia Filho, que me auxiliou no trabalho e nas análises estatísticas dos dados do experimento. Aos professores Carlos Antônio Lopes de Oliveira e Ricardo Pereira Ribeiro que ofereceram os reprodutores do experimento (UEM).

A todos os professores do Pós-graduação em ciências animal (FAMEZ), em especial aos professores Charles Kiefer e Alexandre Menezes Dias. Agradeço também ao secretário do referido programa, Ricardo de Oliveira dos Santos, que tiveram paciência e solucionaram muitas das minhas dúvidas.

Aos funcionários Delmo Dias Barbosa e Eliezer Azevedo Lopes (piscicultura/UFMS) que me auxiliaram em muitas etapas do experimento, colaboraram significativamente para os resultados alcançados.

Ao grupo de pesquisa AQUIMS, em que muitos integrantes me auxiliaram no manejo diário, em especial ao doutorando André Luiz Nunes por organizar todo material genético; e ao Lucas (técnico da informática da patologia animal-UFMS), o qual me ajudou na medição do diâmetro dos ovos de tilápia do Nilo.

Ao Brigadeiro Tenente Freitas Norte- Diretor do Departamento do Pessoal das Forças Armadas de Defesa de Moçambique, quem contribuiu para o despacho do meu afastamento.

Ao Ministério de Ciência e Tecnologia, Ensino Técnico Superior e Profissional (MCTESTP)- Moçambique pelo apoio financeiro.

E por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) pela oportunidade de cursar o mestrado.

Resumo

SILVA, ANA CRIMILDA FERNANDO. Características reprodutivas de diferentes grupos genéticos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2018. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, MS, 2018.

Avaliação reprodutiva de variedades melhoradas geneticamente é importante para evidenciar possíveis impactos da seleção, para peso na despesca nas características reprodutivas. Todavia, não há trabalhos comparativos das variedades melhoradas geneticamente mais recente no Brasil quanto aos aspectos reprodutivo; efeito da endogamia nas características reprodutivas (situação pode acontecer em maior ou menor grau no processo de seleção dos programas de melhoramento genético); e efeito do cruzamento das diferentes variedades melhoradas nas características reprodutivas. O objetivo deste trabalho foi comparar as características reprodutivas dos grupos genéticos de tilápia do Nilo AquaAmérica, AquaAmérica endogâmica, GIFT e GIFT x AquaAmérica. Para as avaliações foram utilizados seis peixes de cada grupo genético na proporção sexual de duas fêmeas para cada macho. Os peixes foram alocados em hapas de 15 m³. A presença de ovos na boca das fêmeas foram observadas duas vezes por semana, durante 12 semanas (84 dias). As seguintes características foram avaliadas: peso da fêmea (g), comprimento padrão da fêmea (cm), peso total da desova (g), diâmetro maior do ovo (mm), peso do ovo (mg), fertilidade absoluta (número total de ovos por fêmea), fertilidade relativa (número total de ovos/g de fêmea), índice de desova (%), taxa de fertilização (%), taxa de eclosão (%) e número relativo de ovos (ovos/g). A variedade aquaAmérica apresentou menor ($P<0,05$) diâmetro do ovo (2,4 mm) e peso do ovo (4,2 mg), e maior ($P<0,05$) número relativo de ovos (247,6 ovos/g) em relação aos grupos genéticos GIFT (diâmetro maior do ovo: 2,8 mm; peso do ovo: 5,7 mg; número relativo de ovos: 175,4 ovos/g) e AquaAmérica x GIFT (diâmetro maior do ovo: 2,8 mm; peso do ovo: 5,9 mg; número relativo de ovos: 168,8 ovos/g). Conclui-se que a endogamia (25%) na variedade AquaAmérica proporcionou menor desova das fêmeas; e que a variedade AquaAmérica apresenta maior número relativo de ovos, os quais são de menor tamanho em relação aos demais grupos genéticos.

Palavras-chave: AquaAmérica, endogamia, GIFT, reprodução de peixes, variedades de tilápia

Abstract

SILVA, ANA CRIMILDA FERNANDO. Reproductive characteristics of different genetic groups of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Dissertation (Master degree) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of MatoGrosso do Sul, MatoGrosso do Sul, MS, 2018.

Reproductive evaluation of genetically improved varieties is important to evidence possible impacts of selection to weight on expenditure on reproductive traits. However, there are no comparative studies of the varieties genetically improved in Brazil in the reproductive aspects; effect of endogamy on reproductive traits (situation may occur to a greater or lesser extent in the selection process of breeding programs); and effect of crossing the different improved varieties on reproductive characteristics. The objective of this work was to compare the reproductive characteristics of the non - inbred and inbred AquaAmérica variety (25%), GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) and the cross between AquaAmérica and GIFT. Six fish of each genetic group were used in the sex ratio of two females for each male. The fish were allocated in 15 m³ hapas. The presence of eggs in the females' mouth was observed twice a week for 12 weeks (84 days). The following variables were evaluated: female weight (g), standard female length (cm), total spawn weight (g), largest egg diameter (mm), egg weight (mg), absolute fertility (eggs per female), relative fertility (total number of eggs / g female), spawn index (%), fertilization rate (%), hatching rate (%) and relative number of eggs. GIFT (100%), inbred AquaAmerica (50%), AquaAmérica (75%) and AquaAmérica x GIFT (75%) were spawned. Only the non-inbred AquaAmérica and GIFT spawned again after the first spawning. However, the AquaAmérica variety presented lower egg diameter (2.4 mm) and egg weight (4.2 mg), and higher ($P < 0.05$) relative egg numbers (247 (Egg diameter: 2.8 mm, egg weight: 5.7 mg, relative number of eggs: 175.4 eggs / g), and AquaAmerica x GIFT (diameter largest egg: 2.8 mm, egg weight: 5.9 mg, relative number of eggs: 168.8 eggs / g). It was concluded that inbreeding (25%) in the AquaAmérica variety provided less spawning of females; and that the variety AquaAmérica presents a greater relative number of eggs, which are of smaller size in relation to the other genetic groups.

Key words: AquaAmérica, endogamy, GIFT, reproduction of fish, varieties of tilapia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1.1 Importância da tilápia do Nilo	9
1.2 Melhoramento genético dos peixes	11
1.3 Histórico da tilápia do Nilo no Brasil	12
1.4 Reprodução da tilápia do Nilo	13
Objetivo	16
REFERÊNCIAS	16
ARTIGO	20
Características reprodutivas de diferentes grupos genéticos de tilápia do Nilo	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. Material e métodos	23
3. Resultados	25
4. Discussão	27
REFERÊNCIAS	30

INTRODUÇÃO

1.1 Importância da tilápia do Nilo

De acordo com Lovshin (1997), a distribuição da tilápia pelo mundo começou com intuito da criação de peixes para a subsistência da população em vários países em desenvolvimento. A espécie *Oreochromis niloticus* demonstrou alto potencial para a aquicultura em vários sistemas de produção (Lazard e Rognon, 1997). O primeiro registro de introdução oficial da nilótica no país foi com a linhagem Bouaké em 1971, no Ceará pelo programa da DNOCS- Departamento Nacional de Obras Contra a Seca em convenio com CTFT- Centre Technique Forétier Tropical (Castagnolli, 1992). A segunda foi a Chitralada, em 1996, na cidade de Londrina- Paraná com 20.800 juvenis (Massago et al., 2010).

Segundo Popma e Phelps (1998), as espécies de tilápia de importância comercial estão divididas em três principais grupos taxonômicos distintos, variando basicamente pelo comportamento reprodutivo: as do gênero *Tilapia* spp. (incubam seus ovos em substratos), *Oreochromis* spp. (incubam os ovos na boca da fêmea) e *Sarotherodon* spp. (incubam os ovos na boca do macho ou de ambos). Existe mais de 20 espécies de tilápia cultivadas no mundo, com destaque a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da qual se enquadra na seguinte categoria taxonômica (Lovshin, 1997):

Reino: Animal

Filo: Chordata

Superclasse: Gnathostomata

Classe: Osteichthyes

Subclasse: Actinopterygii

Ordem: Perciformes

Família: Cichlidae

Gênero: *Oreochromis*

Espécie: *Oreochromis niloticus*



Figura 1: Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Fonte: Arquivo próprio

Segundo Sousa et al., (1999) a tilápia do Nilo, dentre as demais espécies de tilápia existentes, destaca-se por apresentar inúmeras qualidades zootécnicas, como rusticidade, crescimento rápido, grande adaptação alimentar, boa conversão alimentar e ganho de peso. Os mesmos autores citam que a tilápia do Nilo apresenta uma carne branca, de excelente paladar e textura, com espinhos ausentes na musculatura lateral, facilitando a técnica de filetagem e a industrialização da carcaça. (REFERÊNCIA). A importância desta espécie de tilápia é evidente atualmente considerando que se trata da segunda espécie de peixe mais produzida no mundo, atrás apenas das carpas (FAO, 2016), e primeira espécie mais produzida no Brasil (IBGE, 2018; PeixeBR, 2018). A produção mundial de tilápia nos últimos anos foi influenciada fortemente pela rápida expansão da espécie *O. niloticus* cultivada na China, Tailândia e Egito (FAO, 2016).

A tilápia do Nilo é a mais importante espécie de peixes cultivados no Brasil, sendo que segundo levantamento da Associação Brasileira de Piscicultura, esta espécie representa 51,7% da piscicultura nacional, com produção de 357,639 toneladas em 2017 (PeixeBR, 2018). Neste levantamento o Brasil atualmente é o quarto maior produtor de tilápia do Mundo, atrás apenas da China, Tailândia e Egito. Essa pesquisa feita pela entidade em todo o Brasil mostra os números da produção de tilápia no país, que comprova sua viabilidade em termos produtivos e como negócio, tendo em vista que a espécie está presente em muitos empreendimentos no Brasil (110.072 propriedades em todo o país), com destaque para a Região Sul (55,6% do total) e Sudeste (23%).

1.2 Melhoramento genético dos peixes

Atualmente no Brasil a tilápia do Nilo (espécie exótica) é o único organismo aquático com programa de melhoramento genético efetivo (REFERÊNCIA). Outros programas de melhoramento genético com peixes tiveram início em 2008 (tambaqui – *Colossoma macropomum*; e cachara – *Pseudoplatystoma reticulatum*), todavia, estes programas não estão efetivados no Brasil (REFERÊNCIA).

Considerando que atilápia é a segunda espécie de peixe mais importante (atrás apenas das carpas), foram produzidas no mundo várias variedades melhoradas geneticamente (REFERÊNCIA). Uma das variedades de grande importância no mundo é a GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) que envolveu WorldFish Center bem como instituições norueguesas, filipinas e malaias (Nguyen, 2016).

A população base da variedade GIFT foi estabelecida no início dos anos 90 (Eknath et al., 2007; Bentsen et al., 1998). Antes de 1996, estes peixes passaram por seis gerações de seleção de alto crescimento nas Filipinas (Bentsen et al., 2012). Em 2001, a variedade GIFT foi transferida para uma estação de pesquisa operada pelo Departamento de Pesca, Malásia. Desde então, houve um programa de seleção contínua até 2013 (Nguyen et al., 2011). Este autor referencia que a variedade GIFT foi distribuída e cultivada em 14 países da Ásia-Pacífico (China, Bangladesh, Indonésia, Filipinas, Papua Novo Guiné, Sri Lanka, Tailândia, Vietnã) e Latino Americano (Brasil, Costa Rica, Equador e México).

A variedade GIFT apresentou bom desempenho em muitos sistemas de produção, sendo obtido aumento de 10% no peso em comparação com variedades locais em três ambientes de produção, no período de um ano (Hamzah et al., 2014). Além do mais, as taxas de sobrevivência de GIFT foram 8,2–23,8% mais altas do que estoques locais (Nguyen et al., 2010). Não é de surpreender que a variedade GIFT tenha grande impacto nos volumes de produção.

Segundo Nguyen (2016), os êxitos dos programas de melhoramento genético para tilápias são devidos não apenas aos passos sistemáticos envolvidos na concepção e condução de programas de melhoramento genético, mas também ao estabelecimento de respectivas populações de base com ampla variabilidade genética.

A manutenção de uma população efetiva suficientemente grande, na ordem de 50-100, também é crítico para gerenciar a taxa de endogamia abaixo de 1% por geração, como também, as lições e experiências adquiridas com esses programas estão se tornando em sistemas de gestão existentes onde as estruturas formadas e apoiadas pela aquicultura (ou empresas de criação) podem ter um papel fundamental na obtenção de ganhos de produtividade através da genética (Nguyen, 2016).

1.3 Histórico da tilápia do Nilo no Brasil

A tilápia é a denominação comum de grande gama de espécies de peixes da família dos ciclídeos, com sua distribuição no Centro Sul da África até o Norte da Síria (Popma e Phelps, 1998).

A Bouaké foi a primeira variedade da tilápia do Nilo introduzida oficialmente no Brasil, em 1971, vindo da região Bouaké (Costa do Marfim, África) (Figura 1), sendo introduzida em Pentecostes no Ceará (Figura 02) por meio do Convênio do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e a Centre Technique Forétier Tropical (CTFT) (Castagnolli, 1992).



Figura 02: Cidade de Bouake, Costa do marfim. Fonte: Google Earth.



Figura 03: Município de Pentecostes-CE, Brasil. Fonte: GOOGLE EARTH

A segunda variedade da tilapia do Nilo importada foi da Chitralada, em 1996, com 20.800 juvenis procedentes da Tailândia, para Londrina, Paraná (REFERÊNCIA). Esta variedade foi domesticada desde a década de 40, inicialmente no Japão e depois na Tailândia, sendo que a introdução desta variedade também foi desenvolvida no Brasil a técnica de incubação artificial, o que resolveu os problemas de baixa eficiência da técnica de reversão sexual tradicional (Massago et al., 2010).

Em 2002 foi introduzida a variedade da tilapia do Nilo Supreme – variedade GST (GenoMar Supreme Tilapia), pela Piscicultura Aquabel, vinda da empresa Genomar (Noruega), a qual desde 1999 vem desenvolvendo um programa de melhoramento genético nessa variedade e difundindo-a para diversos países (Cyrino et al., 2004). No ano de 2005 foi introduzida em Maringá, Paraná, a variedade GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) proveniente da Malásia (REFERÊNCIA). Essa variedade foi desenvolvida inicialmente pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM) – atual Worldfish Center – e a partir do cruzamento de oito linhagens selvagens, sendo quatro linhagens africanas provenientes dos países (Gana, Egito, Quênia e Senegal) e quatro linhagens da Asiáticas (Israel, Singapura Taiwan e Tailândia) (Eknath et al., 2007). Realizou-se melhoramento com o cruzamento e a seleção por 10 gerações, entre 1988 a 1997 (Nguyen, 2016).

A origem das linhagens GST e GIFT é a mesma, entretanto, após 1999, o desenvolvimento das duas correu de forma independente (REFERÊNCIA). A tilapia da Genomar passou a se chamar mundialmente GST e a tilapia do Worldfish Center é conhecida como GIFT (Massago et al., 2010). A variedade de tilapia do Nilo mais recente no Brasil é a AquaAmérica, a qual foi formada no ano de 2012 em Alfenas, Minas Gerais (Oliveira et al., 2012).

1.4 Reprodução da tilapia do Nilo

A tilapia do Nilo ganhou grande destaque no Brasil pela maior facilidade de reprodução comparativamente aos peixes reofílicos (ex: pacu, tambaqui, pintado, piraputanga, entre outras) os quais não se tinha domínio da reprodução, tendo em vista que não ocorre reprodução natural destas espécies (REFERÊNCIA). Por outro lado, a reprodução da tilapia do Nilo ocorre de forma natural, sem necessidade de indução hormonal (Oliveira et al., 2012).

As temperaturas ideais para que ocorra a reprodução da tilapia do Nilo estão na faixa dos (25,0 a 32,0°C), sendo que abaixo dos 25°C diminui a taxa de desova (podendo inclusive não ocorrer se a temperatura for muito baixa), enquanto que com temperatura próxima de 27°C a taxa de desova é maior (Almeida et al., 2013; Hui et al., 2014). O pH e a concentração de oxigênio dissolvido idel da água está entre 6 e 9, e acima de 5 mg/L, respectivamente (Hui et al., 2014).

A reprodução da tilapia do Nilo segundo Arul (1999) pode ser definida nas seguintes fases: a)

Quando uma fêmea de *Oreochromis* está pronta para desovar, esta vai ao encontro dos machos na zona de reprodução. Esta zona consiste em uma parte do fundo do viveiro onde vários machos estabeleceram ninhos individuais e bem definidos com cerca de 70 a 90 cm de diâmetro; b) Depois de um breve cortejo, a fêmea deposita os ovos e, simultaneamente, o macho libera o sêmen para fertilização; c) Depois da fertilização, a fêmea recolhe os ovos fertilizados em sua boca para incubá-los abandonando a zona de acasalamento; d) Depois de um período de incubação de 10 a 15 dias, os alevinos são liberados em águas pouco profundas; e e) Logo a fêmea recomeça a sua atividade alimentícia e recondiciona seus ovários durante 2 a 4 semanas e, posteriormente, está pronta para desovar novamente (REFERÊNCIA).

No início da tilapicultura no Brasil a principal forma de manejo reprodutivo utilizado foi a coleta de nuvem de larvas/pós-larvas nos tanques. Todavia, outros manejos foram surgindo como a coleta total de larvas em tanques ou em hapas e, posteriormente, a coleta de ovos na boca a cada 14 dias (Kubitza, 2010).



Figura 4: Hapas no tanque escavado. Fonte: Arquivo próprio

Para coleta de ovos na boca, os peixes são colocados em hapas para a reprodução. Normalmente estas hapas são colocadas suspensas em estruturas dentro do viveiro de terra (REFERÊNCIA). Estas hapas são construídas com malhas de (1,0 mm) para evitar a perda dos ovos durante as desovas (REFERÊNCIA). Neste tipo de sistema as fêmeas são avaliadas quanto a presença de ovos na boca periodicamente, em intervalos que podem variar de 4 a 7 dias (Almeida et al., 2013). Coletas de ovos a cada quatro dias evita o nascimento das larvas antes da coleta (período de nascimento das larvas de tilápia do Nilo é de quatro dias) e, portanto, tem sido bastante utilizado (Almeida et al., 2013; Valentin et al., 2015). Após a retirada dos ovos com auxílio de um puçá

(Figura 4), estes são levados para um sistema de incubação artificial onde serão incubados (Campagnolo, 2002). Entre as vantagens deste sistema, pode-se citar: possibilita o aumento da produtividade de ovos (Little et al., 1993), permite a obtenção de lotes homogêneos e de idade conhecida (Little et al., 1993), permite o uso múltiplo dos viveiros (Kubitza, 2010), e facilita a coleta das fêmeas para remoção dos ovos (Lovshin e Ibrahim, 1988). A relação machos/fêmeas é de 2:1 é a mais comum e usada pelos produtores de alevinos de tilápia (Kubitza, 2010; Almeida et al., 2013).



Figura 5: Fêmea de tilápia do Nilo com ovos na boca. Fonte: Arquivo próprio

A tilápia do Nilo depois de atingir a maturidade sexual pode realizar desovas durante todo o ano desde que a temperatura da água seja na faixa dos 27°C a 32°C, podendo ocorrer 8 a 12 desovas/ano em condições favoráveis de temperatura (Trewavas, 1983). Em condições ótimas, podem-se observar desovas a cada 21 dias (Almeida et al., 2013). Dessa forma, em temperaturas adequadas ocorrem entre 0,7 a 1,0 desova por mês (REFERÊNCIA).

O aumento na frequência reprodutiva pode ser melhorado com a utilização do manejo de coleta de ovos da boca diariamente para que todas as fêmeas possam se preparar para uma nova reprodução logo após a primeira desova (REFERÊNCIA). Além disso, fatores como alimentação (Oliveira et al., 2014; Bombardelli et al., 2017; Orlando et al., 2017; Sarmiento et al., 2018), densidade nas hapas de reprodução e condições ambientais são fundamentais para maximizar as desovas das fêmeas (Yoshida et al., 2015). Neste contexto, o monitoramento das características reprodutivas é fundamental em um programa de melhoramento genético, pois podem ocorrer correlações genéticas negativas destas características com a seleção para o peso na despesca (Trong

et al., 2013). Abaixo é apresentado uma tabela com as principais características reprodutivas observadas para tilápia do Nilo.

Tabela 1. Revisão de resultados dos parâmetros reprodutivos em fêmeas de tilápia do Nilo (*oreochromis niloticus*).

Referências	Parâmetros reprodutivos de fêmeas de tilápia do Nilo (<i>oreochromis niloticus</i>)										
	PF (g)	CPF (cm)	PTD (g)	DM (mm)	PO (mg)	FA	FR	ID (%)	TF (%)	TE (%)	NR O (ovos/g)
Almeida et al., 2013	524,7	25,2	17,1	---	13,7	---	---	---	---	92,8	155
Bombardelli et al., 0217	---	---	---	---	7,96	6,9	2,44	---	---	---	---
Oliveira et al., 2014	844,58	---	39,63	2,78	---	3757,25	4,70	----- -	---	---	---
Orlando et al., 2017	72	---	5,58	2,21	---	467,82	6,57	9,43	---	---	---
Sarmiento et al., 2018	74	---	---	2,61	4,50	---	10,09	-----	---	---	---
Valentin et al., 2015	993,8	37,04	---	---	---	1174,6	5,17	-----	98,4	---	---

Legenda:

PF: Peso da fêmeas (g);

CPF: Comprimento padrão da fêmea (cm);

PTD: Peso total da desova (g);

DM: Diâmetro maior do ovo (mm);

PO: Peso do ovo (mg);

FA: Frequência absoluta (%);

FR: Frequência relativa (%);

ID: Índice de desova (%);

TF: Taxa de fertilização (%);

TE: Taxa de eclosão (%);

NRO: Número relativo de ovos (ovos/g).

Fonte: Almeida et al., 2013; Bombardelli et al., 0217; Oliveira et al., 2014; Orlando et al., 2017;

Sarmiento et al., 2018; Valentin et al., 2015.

Objetivo

Comparar as características reprodutivas dos grupos genéticos de tilápia do Nilo AquaAmérica, AquaAmérica endogâmica, GIFT e GIFT x AquaAmérica.

REFERÊNCIAS

Alemida, D.B, Costa Map, Bassini, L.N, Calabuig C.I.P, Moreira, C.G.A, Rodrigues, M.D.N, Pérez,

H.J, Tavares, R.A, Varela, J.R.A.S, Moreira, E.L.M., Reproductive performance in female strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture. Internacional**. 21, 1291-1300. 2013

Arul, V.S., **Últimos Avances en el manejo de reproductores de tilápia**. International Director, Aquaculture. Agribrands International. EUA. 1999

Betsen, H.B., Eknath, A.E., Palada-de Vera, M.S. et al., Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture** 160, 145–173. 1998

Betsen, H.B., Gjerde, B., Nguyen, N.H. et al., Genetic improvement of farmed tilapias: genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. **Aquaculture** 338–341, 56–65. 2012.

Bombardelli, R.A, Goes, E.S.R., Souza, S.M.N., Syperreck, M.A., Goes, M.D., Pedreira, A.C.O., Meurer, F., Growth and reproduction of female Nile tilapia fed diets containing different levels of protein and energy. **Aquaculture** 479, 817–823. 2017.

Campagnolo, C. **Sobrevivência de Ovos e Embriões de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em Sistema de Incubação Artificial**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 18p. 2002.

Castagnolli, N., 1992. **Criação de peixes de água doce**. São Paulo: Funep.

Cyrino, J.E.P, Urbinati, E.C, Fracalossi, D.M and Castagnolli, N., 2004. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 533 p.

Eknath, A.E., Betsen, H.B., Ponzoni, R.W., Rye, M., Nguyen, N.H., Thodesen, J., Gjerde, B., 2007. Genetic improvement of farmed tilapias: composition and genetic parameters of a synthetic base population of *Oreochromis niloticus* for selective breeding. **Aquaculture** 273, 1–14.

FAO, 2016. Global Aquaculture Production 1950–2014 <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en> (Accessed April 2018).

Hamzah, A., Ponzoni, R.W., Nguyen, N.H., Khaw, H.L., Yee, H.Y. and Nor, S.A.M. 2014. Genetic evaluation of the Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) strain over ten generations of selection in Malaysia. **Journal of Tropical Agricultural Science** 37, 411–429.

Hui, W., Xiaowen, Z., Haizhen, W., Jun, Q., Pao, X., Ruiwei, L., 2014. Joint effect of temperature, salinity and pH on the percentage fertilization and hatching of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture. Research**, 45, 259-269.

IBGE, 2018. Produção de aquicultura. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3940&z=t&o=21> (Accessed 20 June 2018).

Kubitza, F. 2010. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. 2.ed. Jundiaí: Aqua Supre Com. Suprim. **Aquicultura**, 316 p.

Lazard, J., Rognon, X. 1997. Genetic diversity of tilapia and aquaculture development in Côte D'Ivoire and Niger. **Israel. Journal. Aquaculture**, 49:90-98.

Little, D.C.; Macintosh, D.J.; Edwards, P.1993. Improving spawning synchrony in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture and Fisheries management** 24: 399-405.

Lovshin, L. L. and Ibrahim, H.H. 1988. **Effects of broodstock exchange on *Oreochromis niloticus* eggs and fry production in the net enclosures**. Page 231 – 236 in R. S. V. Pullin.

Lovshin, L.L. **Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1, Piracicaba, 1997. Anais...Piracicaba: CBNA, 1997. p.137-164.

Massago, H., Castagnolli, N., Malheiros, E.B., Koberstein, T.C.R.D., Santos, M.A., Ribeiro, R.P., 2010. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambiental**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 397-403.

Nguyen, N., Ponzoni, R., Hamzah, A., Yee, H., Abu-Bakar, K. and Khaw, H., 2010. **Genetics of flesh quality in fish**. In: Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, Brazil, pp. 1–6.

Nguyen, N.H., Ponzoni, R.W., Pongthana, N., Hamzah, A. and Yee, H.Y. (2011) **Genetic improvement for red tilapia in Asia**. In: Book of Abstracts, World Aquaculture Society. Natal, Brazil 6-10 June, p. 78.

Nguyen, N.H., 2016. **Genetic improvement for important farmed aquaculture species with a reference to carp, tilapia and prawns in Asia: achievements, lessons and challenges**. FISH and FISHERIES. 2016, 17, 483–506.

Oliveira, C.A., Ribeiro, R.P., STREIT, J.D.P., Povh, J.A. and Resende, E.K., 2012. Melhoramento genético de peixes, uma realidade para piscicultura Brasileira. **Panorama da Aquicultura** 130, 38-47.

Oliveira, M.M., Ribeiro, T., Orlando, T.M., Oliveira, D.G.S., Drumond, M.M., Freitas, R.T.F., Rosa, P.V., 2014. Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reproductive performance parameters. **Animal Reproduce Science** 150, 62-69.

Orlando, T.M., Oliveira, M.M., Paulino, R.R., Costa, A.C., Allaman, I.B., Rosa, P.V., 2017. Reproductive performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different digestible energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 46, 1-7.

PeixeBR, 2018. **Anuário da Piscicultura**, <https://drive.google.com/file/d/14thnUSPAoBp-cucNIEZ3edz7ixui5gJt/view?ts=5aa01f35> (Acesso em 30/05/2018).

Popma, T.J., Phelps, R.P. **Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques**. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1998, Recife. Anais...Recife: SIMBRAQ, 1998. p.127-145.

Sarmiento, N.L.A.F., Martins, E.F.F., Costa, D.C., Mattioli, C.C., Julio, G.S.C., Figueiredo, L.G., Luz, M.R., Luz, R.K., 2018. Reproductive efficiency and egg and larvae quality of Nile tilapia fed different levels of vitamin C. **Aquaculture** 482, 96–102.

Souza, M.L.R., Macedo-Viegas, E.M., Kronka, S.N.1999. Influência do Método de Filetagem e Categorias de Peso sobre Rendimento de Carcaça, Filé e Pele da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.1-6.

Trewavas, E. 1983. **Tilapine Fishes of the Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia***. British Museum (Natural History), p. 583.

Trong, T.Q., Arendonk, J.A.M.V., Komen, H., 2013. Genetic parameters for reproductive traits in female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): II. Fecundity and fertility. **Aquaculture** 416-417, 72-77.

Valentin, FN., Nascimento, N.F., Silva, R.C., Tsuji, E.A., Paes, M.C.F., Koberstein, T.C.R.D., Nakaghi, L.S.O., 2015. Maternal age influences on reproductive rates in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. 44, 161-163.

YOSHIDA, G.M, Oliveira, C.A.L, Kunita, N.M, Rizzato, G.S, and Ribeiro, R.P., 2015. Reproduction performance of female Nile tilapia under different environments and age classes. **Acta Scientiarum Animal Sciences** Maringá, v. 37, n. 3, p. 221-226.

ARTIGO

Características reprodutivas de diferentes grupos genéticos de tilápia do Nilo

Ana Crimilda Fernando Silva^{a,*}, Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho^a, Ricardo Pereira Ribeiro^b, Carlos Antonio Lopes de Oliveira^b, LaiceMenesLaice^a, Lucas Carvalho de Almeida^a, André Luiz Nunes^a, Jayme Aparecido Povh^a

^aFaculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Av. Senador Filinto Muller, 2443, Vila Ipiranga, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil

^dDepartamento de Zootecnia (DZO), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo, 5790, Zona 7 - Bloco J45, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil

Correspondência: ¹A C F Silva, *Programa de Pós-Graduação em Ciências Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil; E-mail: anacremildefernandosilva@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo do trabalho foi comparar as características reprodutivas dos grupos genéticos de tilápia do Nilo AquaAmérica, AquaAméricaendogâmica, GIFT e GIFT x AquaAmérica avaliar as características reprodutivas da variedade AquaAmérica não endogâmica e endogâmica, GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) e do cruzamento entre AquaAmérica x GIFT. Foram utilizados seis peixes de cada grupo genético na proporção sexual de duas fêmeas para cada macho. Os peixes foram alocados em hapas de 15 m³. Foi observado a presença de ovos na boca das fêmeas duas vezes por semana, durante 12 semanas (84 dias). Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso da fêmea (g), comprimento padrão da fêmea (cm), peso total da desova (g), diâmetro maior do ovo (mm), peso do ovo (mg), fertilidade absoluta (número total de ovos por fêmea), fertilidade relativa (número total de ovos/g de fêmea), índice de desova (%), taxa de fertilização (%), taxa de eclosão (%) e número relativo de ovos (ovos/g). As características peso total da desova, fertilidade (absoluta e relativa), índice de desova e taxa de fertilização e eclosão não diferiram significativamente entre as variedades. No entanto, a variedade aquaAmérica apresentou menor ($P<0,05$) diâmetro do ovo (2,4 mm) e peso do ovo (4,2 mg), e maior ($P<0,05$) número relativo de ovos (247,6 ovos/g) em relação aos grupos genéticos GIFT (diâmetro maior do ovo: 2,8 mm; peso do ovo: 5,7 mg; número relativo de ovos: 175,4 ovos/g) e AquaAmérica x GIFT (diâmetro maior do ovo: 2,8 mm; peso do ovo: 5,9 mg; número relativo de ovos: 168,8 ovos/g). Conclui-se que a endogamia (25%) na variedade AquaAmérica proporcionou menor desova das fêmeas; e que a variedade AquaAmérica apresenta maior número relativo de ovos, os quais são de menor tamanho em relação aos demais grupos genéticos.

Palavras-chave: AquaAmérica, endogamia, GIFT, *Oreochromis niloticus*, reprodução de peixes, variedades de tilápia

1. INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie aquícola mais produzida do Brasil, que representa 51,7% do total da produção de peixe, com 357 mil toneladas em 2017 (PeixeBR, 2018). O Brasil está entre os quatro maiores produtores desta espécie do mundo, atrás apenas da China, Indonésia e Egito (IBGE, 2018; PeixeBR, 2018).

A tilápia do Nilo é a única espécie aquícola com programa de melhoramento genético consolidado no Brasil, o que contribuiu para o grande crescimento na produção desta espécie nos últimos anos quando comparado as outras espécies de peixes. Para o aumento da produtividade aquícola é necessário a disponibilidade para o setor produtivo de variedades de peixes melhorados

(Bentsen et al., 2017). O ganho proveniente do melhoramento genético de peixes pode representar entre 8 a 12% por geração de seleção em programas bem estabelecidos (Nguyen 2016), podendo atingir até 15% (Ponzoni et al., 2005; Ponzoni et al., 2011). Todavia, o melhoramento genético com seleção para peso na despesca (principal objetivo dos programas de melhoramento genético de peixes) podem prejudicar as características reprodutivas, como pode ser observado em 12 gerações de seleção da variedade GIFT na Malásia (Trong et al., 2013). Além disso, a seleção pode levar a um aumento da endogamia, a qual afeta as características reprodutiva (Alexandru et al., 2014). Estas situações salientam a importância do monitoramento das características reprodutivas nas gerações de seleção para peso na despesca.

O melhoramento genético de organismos aquáticos é recente no Brasil, sendo que o primeiro registro de organismo melhorado geneticamente ocorreu apenas em 2002 com a importação da tilápia do Nilo da variedade Supreme (GenoMar Supreme Tilápia), com foco apenas na comercialização de indivíduos monossexo (Cyrino et al., 2004). Posteriormente, foi introduzida a variedade GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) no ano de 2005 (30 famílias), sendo a importação realizada na Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no município de Maringá, Paraná, Brasil, por meio de convênio com o World Fish Center (Oliveira et al., 2012). Esta variedade foi composta a partir de um cruzamento de quatro variedades africanas selvagens (Gana, Egito, Quênia e Senegal) e quatro variedade domesticadas na Ásia (Israel, Singapura, Taiwan e Tailândia) (Eknath et al., 2007). A variedade de tilápia do Nilo AquaAmérica é uma das mais recentes no Brasil, a qual foi formada em 2012 em Alfenas, Minas Gerais, Brasil, a partir de peixes da variedade GIFT (Oliveira et al., 2016).

Alguns trabalhos de reprodução de tilápia do Nilo têm sido realizado, tais como avaliação das características reprodutivas da variedades melhoradas (Supreme e PremimAquabel) e não melhorada (Chitralada) (Almeida et al., 2013), relação do tamanho do ovo com sucesso reprodutivo (Müller-Belecke, 2005), estabelecimento de parâmetros genéticos para características reprodutivas (fecundidade e fertilidade) (Trong et al., 2013), avaliação da qualidade de ovos em diferentes laboratórios comerciais (Cuevas-Rodríguez et al., 2017), determinação dos níveis de proteína, energia (Oliveira et al., 2014; Bombardelli et al., 2017; Orlando et al., 2017) e vitamina C (Sarmiento et al., 2018) para melhora a fecundidade e fertilidade. Todavia, não há trabalhos comparativos das variedades melhoradas geneticamente mais recentemente no Brasil quanto aos aspectos reprodutivo; efeito da endogamia nas características reprodutivas (situação pode acontecer em maior ou menor grau no processo de seleção dos programas de melhoramento genético); e efeito do cruzamento das diferentes variedades melhoradas nas características reprodutivas. Estas avaliações são importantes para determinar possíveis impactos que a seleção para peso na despesca pode proporcionar nas características reprodutivas (Trong et al., 2013). O

objetivo do trabalho foi comparar as características reprodutivas das variedades AquaAmérica não endogâmica e endogâmica, GIFT e do cruzamento entre as variedades AquaAmérica x GIFT.

2. Material e métodos

2.1. Local e animais

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (20°30'04.6"S, 54°36'37.8"W), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. O experimento foi realizado no período de setembro (temperatura ambiental mínima 18 e máxima de 30°C) a novembro (temperatura ambiental mínima 20 e máxima de 30°C), (Climatempo, 2018).

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Uso de Animais/UFMS (Protocolo nº 641/2014 – CEUA, FAMEZ, UFMS).

No experimento foram utilizados reprodutores de tilápia do Nilo das variedades GIFT e AquaAmérica, as quais representam a sétima e segunda geração de seleção de melhoramento genético, respectivamente.

A variedade GIFT foi proveniente da Universidade Estadual de Maringá (UEM) (23°24'18.2"S, 51°56'20.7"W), localizada em Maringá, Paraná, Brasil. A variedade AquaAmérica foi proveniente da central de Melhoramento Genético da empresa AquaAmérica (21°26'02.8"S, 46°04'37.5"W), localizada em Alfenas, Minas Gerais, Brasil.

Dois grupos genético AquaAmérica, foram formados, um grupo endogâmico (irmãos completos, endogamia de 25,0% dos pais) e outro não endogâmico (sem ancestrais comuns até a terceira geração, sem nenhum bisavô comum - endogamia de máximo 2,0%).

O quarto grupo genético avaliado foi proveniente do cruzamento das variedades AquaAmérica (fêmea) e GIFT (macho).

2.2. Unidades experimentais, reprodução e variáveis avaliadas

Os reprodutores foram alojados em quatro hapas de 15 m³ distribuídas em um tanque escavado de 700 m². Em cada hapa foi alocado seis peixes na proporção sexual de duas fêmeas para cada macho (Kubitza, 2011; Yoshida et al., 2015). Os peixes utilizados foram de dois anos de idade dos grupos AquaAmérica (1358,00 ± 637,2 g), GIFT (1110,00 ± 70,7 g), híbrido AquaAmérica x GIFT (1433,00 ± 293,8 g) e AquaAmérica endogâmica (1398,00 ± 279,3 g). A matriz foi considerada a unidade experimental e as quatro fêmeas de cada tratamento como repetições.

Os peixes foram capturados individualmente e verificado a presença de ovos na boca. Quando os ovos foram detectado na boca, foi realizado enxague na boca com pisseta para remover

os ovos com recipiente de plástico e, posteriormente, registrado o número do microchip que correspondia à fêmea que desovou (Yoshida et al., 2015). Em todos os tratamentos a presença de ovos foi observada a cada quatro dias para evitar o nascimento das larvas antes da coleta, (Almeida et al.2013;Valentin et al. 2015).

O período de análise das características reprodutivas foi de 12 semanas (84 dias).

Os ovos de cada unidade experimental foram incubados artificialmente de forma separada, em incubadora cilindro-cônica de três litros com aeração e renovação de água contínua (7 litros/segundo). A temperatura média da água no sistema de incubação foi de $26,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

As variáveis avaliadas foram: peso da fêmea (g), comprimento padrão da fêmea (cm), peso total da desova (g), diâmetro maior do ovo (mm), peso do ovo (mg), fertilidade absoluta (número total de ovos por fêmea), fertilidade relativa (número total de ovos/ g de fêmea), índice de desova ((peso total de ovos g/ peso fêmea g)*100%), taxa de fertilização (% de ovos fertilizados), taxa de eclosão (% de ovos eclodidos) e o número relativo de ovos (número de ovos/g de ovos).

Para determinar o diâmetro dos ovos foram avaliados 18 ovos de cada fêmea em microscópio (Leika, aumento de 100 X).

Para determinar as taxas de fertilização e eclosão foram contados 100 ovos (um dia após a coleta - com formação esquelética) e 100 larvas (logo após o nascimento), respectivamente, de três alíquotas de cada incubadora (Almeida et al., 2013).

2.3. Alimentação e análise da água

Os peixes foram alimentados com ração extrusada, contendo 32% proteína bruta, 6,5% extrato etéreo, 4% fibra bruta, 14% matéria mineral, e 88% matéria seca, com pélete de 7 mm, sendo fornecido 1% do peso vivo ao dia, dividido em duas alimentações (8h00 e 16h00).

Diariamente foi mensurada a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L) e o pH da água, com equipamento multiparâmetro - YSI Professional Plus®.

2.4. Análise estatística

O delineamento utilizado no presente trabalho foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), foi considerada unidade experimental matriz, com quatro repetições, quatro tratamentos e com variáveis dependentes e uma independente.

A verificação das pré-suposições da análise de variância (ANOVA) foi feita por análise dos resultados de outras pesquisas e pelo Teste de Levene para homogeneidade de variâncias. Todas as variáveis dependentes foram analisadas usando a ANOVA com uma variável independente e posterior Teste t de Student para comparar as médias de mínimos quadrados dos grupos genéticos, no nível de significância de 5%. Antes das análises, as variáveis em percentuais (Índice de Desova,

Taxa de Fertilização e Taxa de Eclosão) foram submetidas a transformação angular (Zar, 2010). Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico SAS, versão 2002.

3. Resultados

No início do experimento a temperatura da água onde foi de 26,9°C, sendo que no final da primeira semana houve uma queda para 21,6°C e, posteriormente, a temperatura aumentou novamente até atingir a máxima durante todo o experimento (28,8°C); e ao longo das demais semanas houve variações, mas com menor magnitude. O pH teve variação de 7,7 a 8,5 durante todo o experimento. O oxigênio apresentou variação ao longo do experimento de 4,0 mg/L até 8,1 mg/L (Figura 1).

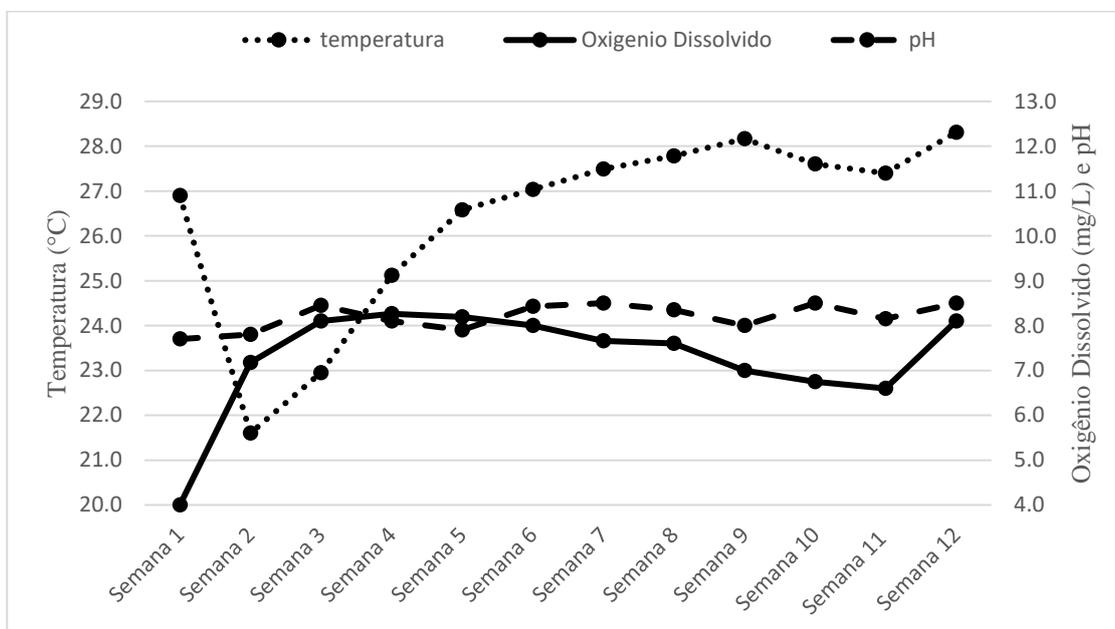


Figura 1. Características da água durante o experimento realizado no período de setembro até novembro (84 dias).

O peso e comprimento das fêmeas não diferiram entre os grupos genéticos AquaAmérica, AquaAmérica endogâmica, GIFT e AquaAmérica x GIFT. Da mesma forma, as variáveis peso total da desova, fecundidade absoluta, fecundidade relativa, índice de desova, taxa de fertilização e taxa de eclosão não diferiram entre os grupos genéticos (Tabela 1).

O diâmetro maior do ovo e peso do ovo foram maiores ($P < 0,05$) nos grupos genéticos GIFT (2,8 cm; 5,7 mg) e AquaAmérica x GIFT (2,8 cm; 5,9 mg) em relação a variedade AquaAmérica (2,4 cm; 4,2 mg). Por outro lado, o número relativo de ovos foi maior ($P < 0,05$) na variedade AquaAmérica (247,6 ovos/g de ovo) em relação os grupos genéticos GIFT (175,4 ovos/g de ovo) e

AquaAmérica x GIFT (168,8 ovos/g de ovo) (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de mínimos quadrados para características de desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de diferentes grupos genéticos durante o período de 84 dias.

Características	Grupo Genético ⁽³⁾					Valor – P (4)
	AquaAmérica	AquaAmérica Endogâmica	GIFT	AquaAmérica x GIFT	CV(%)	
Peso da fêmea (g)	1358,3	1397,5	1177,5	1433,3	27,9	0,802
CP da fêmea (cm) ⁽¹⁾	42,3	42,0	41,1	42,3	10,1	0,976
Peso total da desova (g)	25,7	17,8	14,8	42,4	60,3	0,176
Diâm. maior do ovo (mm)	2,4 ^b	2,6 ^{ab}	2,8 ^a	2,8 ^a	5,6	0,016
Peso do ovo (mg)	4,2 ^b	5,2 ^{ab}	5,7 ^a	5,9 ^a	10,4	0,016
Fertilidade absoluta ⁽¹⁾	6160,9	3738,5	2581,1	7084,3	63,5	0,275
Fertilidade relativa ⁽¹⁾	4,9	2,4	2,2	5,4	70,9	0,374
Índice de desova (%) ⁽¹⁾⁽²⁾	1,8	0,9	1,2	3,0	36,0	0,277
Taxa de fertilização (%) ⁽¹⁾⁽²⁾	99,7	98,2	99,3	96,4	7,1	0,445
Taxa de eclosão (%) ⁽¹⁾⁽²⁾	99,2	96,8	98,5	93,0	7,2	0,226
Número relativo de ovos (ovos/g)	247,6 ^a	194,9 ^{ab}	175,4 ^b	168,8 ^b	13,9	0,025

(1) - CP da fêmea - Comprimento padrão da fêmea; Diâm. maior do ovo (mm) - Diâmetro maior do ovo (mm), Fertilidade absoluta (número total de ovos por fêmea); Fertilidade relativa (número total de ovos/ g de fêmea), Índice de desova (%) (Peso total de ovos g/ Peso fêmea (g))*100; Taxa de fertilização (% de ovos fertilizados) e Taxa de eclosão (% de ovos eclodidos).

(2) - Valores resultantes da transformação inversa da Transformação Angular.

(3) - Médias dos Grupos Genéticos seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste t de Student no nível de 5% de significância.

(4) – Valor P da ANOVA.

4. Discussão

Embora a temperatura da água tenha reduzido no final da primeira semana, em grande parte do experimento a temperatura ficou dentro da faixa (25,0 a 32,0°C) considerada adequada para peixes de clima tropical conforme recomendado por Boyd (1998). Segundo este autor, o pH e a concentração de oxigênio dissolvido na água também ficaram dentro da faixa considerada adequada para peixes de clima tropical (pH: entre 6 e 9; oxigênio dissolvido: acima de 5 mg/L). Os valores de temperatura e pH ficaram próximos do considerado ideal para taxa de fertilização (27,6°C; 7,5) e eclosão (27,1; 7,4) na espécie tilápia do Nilo (Hui et al., 2014).

A temperatura da água está fortemente relacionada com a reprodução da tilápia do Nilo, sendo que valores abaixo da faixa considerada adequada para tilápia do Nilo prejudicam a reprodução (Almeida et al., 2013; Hui et al., 2014). Em grande parte do experimento a temperatura ficou próximo de 26°C, mas no início do experimento (final da primeira semana) a temperatura caiu para 21,6°C, o que possivelmente afetou a reprodução, principalmente da variedade AquaAmérica endogâmica. Além disso, as variedades GIFT (desovas registradas na segunda semana de Outubro) e a AquaAmérica endogâmica (desovas registradas na última semana de Novembro) a desova ocorreu de forma mais tardia em relação a variedade AquaAmérica e grupo proveniente do cruzamento entre AquaAmérica x GIFT (desova registradas na primeira semana de Setembro), demonstrando que a variedade GIFT e a AquaAmérica endogâmica sentiram mais a baixa temperatura no início do experimento, o que refletiu em uma maior demora para o início das desovas comparativamente aos demais grupos genéticos. Da mesma forma, Almeida et al. (2013) observaram que quando a temperatura está adequada (próximo de 30°C) a maioria das fêmeas de diferentes variedades (Supreme, PremimAquabel e Chitralada) desovaram (entre 30 a 45%), por outro lado, quando a temperatura reduz para 25°C ocorre uma diminuição mais acentuada da desova algumas variedades (Premio Aquabel diminui para menos que 10%) do que outras (Chitralada para próximo de 28%).

A tilápia do Nilo depois de atingir a maturidade sexual pode realizar desovas durante todo o ano desde que a temperatura da água seja na faixa adequada, podendo ocorrer 8 a 12 desovas/ano em condições favoráveis de temperatura (Trewavas, 1983). Em condições ótimas, podem-se observar desovas a cada 21 dias (Almeida et al., 2013). Dessa forma, seria possível em temperatura adequada ocorrer entre 0,7 a 1,0 desova por mês e, portanto, no período experimental (84 dias) apenas uma fêmea da variedade AquaAmérica e duas fêmeas da GIFT atingiram esta proporção. Aumento na frequência reprodutiva pode ser melhorado com a utilização do manejo de coleta de ovos da boca diariamente para que todas as fêmeas possam se preparar para uma nova reprodução logo após a primeira desova. Além disso, fatores como alimentação (Oliveira et al., 2014;

Bombardelli et al., 2017; Orlando et al., 2017; Sarmiento et al., 2018), densidade nas hapas de reprodução e condições ambientais (Yoshida et al., 2015) são fundamentais para maximizar as desovas das fêmeas.

A variedade AquaAmérica destaca-se por apresentar maior número relativo de ovos, menor diâmetro e peso do ovo em relação aos demais grupos genéticos, o que não refletiu em menores taxas de fertilização e taxa de eclosão. Isso talvez possa ser reflexo do efeito da seleção para peso na despesca desta variedade (correlação negativa). Além disso, apenas metade das fêmeas da variedade AquaAmérica endogâmica desovam, revelando um possível efeito da endogamia na reprodução, semelhantemente ao observado por Alexandru et al. (2014). Estes resultados evidenciam a necessidade do monitoramento das características reprodutivas nas variedades melhoradas ao longo das gerações de seleção visando evitar prejuízos nas características reprodutivas.

O peso e comprimento das fêmeas das diferentes variedades não foi diferente, indicando que o tamanho da fêmea nos diferentes grupos genéticos não deve ter influenciado nas características reprodutivas avaliadas nos diferentes grupos genéticos. A maturidade sexual ocorre mais tardiamente nas variedades de tilápia do Nilo melhoradas geneticamente, como observado por Yoshida et al. (2015), os quais encontraram melhores características reprodutivas (taxa de desova, múltiplas desova e frequência de desova) em peixes com dois anos de idade (exatamente a idade dos peixes utilizados no presente trabalho) comparativamente a peixes de um ano de idade. Em variedades de tilápia do Nilo não melhoradas geneticamente a reprodução tem início mais precocemente como pode ser observado nos trabalhos de Cuevas-Rodríguez et al. (2017) e Sarmiento et al. (2018), inclusive com melhora nas características reprodutivas em idade mais precoces (ex: 8 meses) do que tardiamente (3 anos) (Vanletín et al., 2015). Esta informação tem importância no sentido comparativo das características reprodutivas entre variedades melhoradas e não melhoradas geneticamente. O monitoramento das características reprodutivas é fundamental em um programa de melhoramento genético, pois podem ocorrer correlações genéticas negativas destas características com a seleção para o peso na despesca (Trong et al., 2013).

Embora o peso total de ovos não tenha sido diferente significativamente entre os diferentes grupos genéticos, observou-se que o diâmetro maior do ovo e o peso do ovo foram menores na variedade AquaAmérica, o que interferiu no número relativo de ovos, que foi maior na variedade AquaAmérica (247,6 ovos/g) comparativamente aos outros grupos genéticos avaliados (entre 168,8 a 194,6 ovos/g). Neste contexto, a variedade AquaAmérica apresenta maior produção relativa de ovos, inclusive com maior valor ao observado em outras variedades melhoradas (156,0 ovos/g) e não melhoradas (155 ovos/g) (Almeida et al., 2013). Embora outros trabalho mostrem que o diâmetro maior do ovo (2,1 a 2,6 mm) e peso do ovo (3,5 a 7,5 mg) podem variar conforme

alimentação (Orlando et al., 2017; Bombardelli et al., 2017; Sarmiento et al., 2018), no presente trabalho a variação foi devido a genética, tendo em vista que todos os grupos receberam a mesma alimentação e foram produzidos em um mesmo ambiente. Neste sentido, futuras análises do desenvolvimento das larvas, pós-larvas e alevinos da variedade AquaAmérica é importante para verificar se o menor tamanho do ovo pode afetar o desenvolvimento e sobrevivência nestas fases.

Embora a fecundidade absoluta (FA) e fertilidade relativa (FR) não tenham sido diferente significativamente entre os diferentes grupos genéticos, observa-se que estes peixes melhorados, mesmo para o grupo endogâmico, que os valores de FA são maiores (2581,1 a 6160,9 ovos/fêmea) ao observado por Almeida et al. (2013) para as variedades melhoradas (1544,6 a 2143,2 ovos/fêmea) e não melhorada (1658,5 ovos/fêmea). Por outro lado, a FR dos grupos genéticos AquaAmérica (4,9 ovos/g de peso de fêmea) e AquaAmérica x GIFT (5,4 ovos/g de peso de fêmea) foram maiores ao observado por Almeida et al. (2013) (3,7 a 4,3 ovos/g de peso vivo), mas as variedade AquaAméricaendogâmica (2,4 ovos/g de peso vivo de fêmea) e GIFT (2,2 ovos/g de peso vivo de fêmea) apresentaram menores valores. No presente trabalho não foi observado diferença entre os tratamentos, possivelmente pelo grande coeficiente de variação observado para estas características.

A fertilidade absoluta é bastante variável entre os trabalhos devido às diferenças de peso dos peixes. Todavia, a fertilidade relativa (ovos/g de fêmea) também é bastante variável, como pode ser observado nos trabalhos de Oliveira et al. (2014) (FA: entre 2860,3 a 3757,3 ovos por fêmea; FR: entre 3,3 A 4,7 ovos/g de fêmea); Sarmiento et al. (2018) (FA: entre 622,6 a 1191,8 ovos por fêmea; FR: entre 3,6 a 10,1 ovos/g de fêmea), Orlando et al. (2017) (FA: entre 348,0 a 467,8 ovos por fêmea; FR: entre 5,1 a 6,6 ovos/g de fêmea), e Valentin et al. (2015) (FA: entre 902,7 a 1174,6 ovos por fêmea; FR: entre 1,1 a 5,7 ovos/g de fêmea). Estes autores destacam como principal fator destas variações a alimentação e ambiente de produção.

O índice de desova também não diferiu entre as variedades, indicando que estas apresentaram de 0,9 (AquaAméricaendogâmica) a 3% (GIFT) do peso vivo em ovos. No entanto, estas características apresentaram alto coeficiente de variação, talvez influenciado pela variação da temperatura ao longo do experimento. Valores nesta faixa de variação foram obtidos por Almeida et al. (2013), os quais encontraram 2,2 a 2,6% do peso vivo em ovos em três variedades de tilápia do Nilo (Supreme, Premium Aquabel e Chitralada - temperatura da água entre 25 a 30°C). Todavia, independente da temperatura, os peixes da AquaAméricaendogâmica apresentaram a pior taxa de desova, enfatizando a importância no controle da endogamia nos programas de melhoramento genético para não prejudicar as características reprodutivas.

O resultado semelhante entre os grupos genéticos para taxa de fertilização e taxa de eclosão mostram que independente da variedade, cruzamento entre variedades e nível de endogamia, a

qualidade dos ovos não é prejudicado. Semelhantemente, Almeida et al. (2013) também não observaram variação na taxa fertilização e taxa de eclosão entre diferentes variedades, corroborando que o principal efeito entre variedades é quanto a porcentagem de desova, tendo em vista que as características reprodutivas qualitativas foram semelhantes entre os grupos genéticos avaliados.

Considerando que pode ocorrer correlação negativa entre a seleção para peso na despesca com as características reprodutivas (Trong et al. 2013), faz-se necessário monitoramento das características reprodutivas a cada geração de seleção. Além disso, avaliação do desenvolvimento das larvas e pós-larvas quando os ovos são menores é fundamental para que o programa de melhoramento genético não prejudique o desenvolvimento nas fases iniciais. Por fim, cabe salientar que o principal reflexo observado da endogamia é quanto ao menor número de fêmeas que desovaram e ausência de retorno reprodutivo das fêmeas no período avaliado (84 dias).

5. Conclusão

A variedade AquaAmérica apresenta maior número relativo de ovos e menor tamanho de ovos comparativamente à GIFT e AquaAmérica x GIFT. A endogamia na variedade AquaAmérica diminui a taxa de desova.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Ministério de Ciência e Tecnologia e Ensino Superior Técnico Profissional (MCTESP) de Moçambique, e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) por apoiarem esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Alexandru, V.B., Gabriel, C., Lucian, I., Alin, B.I., 2014. Morphological abnormalities as a result of inbreeding in controlled reproduction in *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1757. J. Biotech. 185, 18–36.
- Almeida, D.B, Costa Map, Bassini, L.N, Calabuig C.I.P, Moreira, C.G.A, Rodrigues, M.D.N, Pérez, H.J, Tavares, R.A, Varela, J.R.A.S, Moreira, E.L.M., 2013. Reproductive performance in female strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquacult. Int. 21, 1291-1300.
- Bentsen, H. B., BjarneGjerde, Ambekar E. Eknath, Marietta S. Palada de Vera, Ravelina R. Velasco, Jocedel C. Danting, Edna E. Dionisio, Felicissima M. Longalong, Ruben A. Reyes, Tereso A. Abella, Melchor M. Tayamen, Raul W. Ponzoni, 2017. Genetic improvement of farmed tilapias: Response to five generations of selection for increased

body weight at harvest in *Oreochromis niloticus* and the further impact of the project. *Aquaculture* 468 (2017) 206–217.

- Bombardelli, R.A., Goes, E.S.R., Souza, S.M.N., Syperreck, M.A., Goes, M.D., Pedreira, A.C.O., Meurer, F., 2017. Growth and reproduction of female Nile tilapia fed diets containing different levels of protein and energy. *Aquaculture* 479, 817–823.
- Boyd, C.E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Research and Development Series. Auburn University.
- Climatempo, 2018. <https://www.climatempo.com.br/climatologia/212/campogrande-ms>. (Acesso em 10 de outubro de 2018).
- Cuevas-Rodríguez, B.L., García-Ulloa, M., Hernández-Llamas, A., Racotta, I., Valdez-González, F.J., Polanco-Torres, A., Rodríguez-González, H., 2017. Evaluating quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) eggs and juveniles from different commercial hatcheries. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 45, 213-217.
- Cyrino, J.E.P., Urbinati, E.C., Fracalossi, D.M., Castagnolli, N., 2004. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal.
- Eknath, A.E., Bentsen, H.B., Ponzoni, R.W., Rye, M., Nguyen, N.H., Thodesen, J., Gjerde, B., 2007. Genetic improvement of farmed tilapias: composition and genetic parameters of a synthetic base population of *Oreochromis niloticus* for selective breeding. *Aquaculture* 273, 1–14.
- Hui, W., Xiaowen, Z., Haizhen, W., Jun, Q., Pao, X., Ruiwei, L., 2014. Joint effect of temperature, salinity and pH on the percentage fertilization and hatching of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult. Res.*, 45, 259-269.
- IBGE, 2018. Produção de aquicultura. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3940&z=t&o=21> (Acesso em 20 de junho de 2018).
- Kubitza, F., 2011. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. *AcquaSupre Com. Suprim. Aquicultura*, Jundiaí.
- Müller-Belecke, A., 2005. Relations between egg size, reproductive success and growth performance of progeny in isogenic *Oreochromis niloticus* lines. *Aquaculture* 247, 127–134.
- Nguyen, N.H., 2016. Genetic improvement for important farmed aquaculture species with a reference to carp, tilapia and prawns in Asia: achievements, lessons and challenges. *Fish. Fish.* 17, 483–506.

- Oliveira, C.A., Ribeiro, R.P., Streit Jr., D.P., Povh, J.A., Resende, E.K., 2012. Melhoramento genético de peixes, uma realidade para piscicultura Brasileira. *Panorama da Aquicultura* 130, 38-47.
- Oliveira, C.A.L., Ribeiro, R.P., Yoshida, G.M., Kunita, N.M., Rizzato, G.S., Oliveira, S.N., Nguyen, N.H., 2016. Correlated changes in body shape after Five generations of selection to improve growth rate in a breeding program for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in Brazil. *J. Appl. Genet.* 57, 487–493.
- Oliveira, M.M., Ribeiro, T., Orlando, T.M., Oliveira, D.G.S., Drumond, M.M., Freitas, R.T.F., Rosa, P.V., 2014. Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reproductive performance parameters. *Anim. Reprod. Sci.* 150, 62-69.
- Orlando, T.M., Oliveira, M.M., Paulino, R.R., Costa, A.C., Allaman, I.B., Rosa, P.V., 2017. Reproductive performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different digestible energy levels. *R. Bras. Zootec.*, 46, 1-7.
- PeixeBR, 2018. Anuário da Piscicultura, <https://drive.google.com/file/d/14thnUSPAoBp-cucNIEZ3edz7ixui5gJt/view?ts=5aa01f35> (Acesso em 30 de maio de 2018).
- Ponzoni, R.W., Hamzah A., Tan, S., Kamaruzzaman, N., 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 247, 203–210
- Ponzoni, R.W., Nguyen, N.H., Khaw, H.L., Hamzah, A., Bakar, K.R.A., Yee, H.Y., 2011. Genetic improvement of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with special reference to the work conducted by the WorldFish center with the GIFT strain. *Rev. Aquac.* 3, 27–41.
- Sarmiento, N.L.A.F., Martins, E.F.F., Costa, D.C., Mattioli, C.C., Julio, G.S.C., Figueiredo, L.G., Luz, M.R., Luz, R.K., 2018. Reproductive efficiency and egg and larvae quality of Nile tilapia fed different levels of vitamin C. *Aquaculture* 482, 96–102.
- Trewavas, E. 1983. Tilapiine Fishes of the Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum (Natural History), London.
- Trọng, T.Q., Arendonk, J.A.M.V., Komen, H., 2013. Genetic parameters for reproductive traits in female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): II. Fecundity and fertility. *Aquaculture* 416-417, 72-77.
- Valentin, FN., Nascimento, N.F., Silva, R.C., Tsuji, E.A., Paes, M.C.F., Koberstein, T.C.R.D., Nakaghi, L.S.O., 2015. Maternal age influences on reproductive rates in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *R. Bras. Zootec.* 44, 161-163

Yoshida, G.M, Oliveira, C.A.L.O., Kunita, N.M., Rizzato, G.S., Ribeiro, R.P., 2015. Reproduction performance of female Nile tilapia under different environments and age classes. *Acta Sci. Anim. Sci.*

Zar, J.H., 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hill, New Jersey.