

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA
FILHO”**

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS DO VALE DO RIBEIRA

**AVALIAÇÃO GENÉTICA E FENOTÍPICA DE
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE MATRIZES DE
TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus***

YASMIM CRISTINE PATRÍCIO RODRIGUES

Trabalho de Graduação apresentado como requisito
parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM
ENGENHARIA DE PESCA.

Registro - SP

Junho - 2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA
FILHO”**

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS DO VALE DO RIBEIRA

**AVALIAÇÃO GENÉTICA E FENOTÍPICA DE
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE MATRIZES DE
TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus***

YASMIM CRISTINE PATRÍCIO RODRIGUES

Orientador: Prof. Dr. Rafael Vilhena Reis Neto

Coorientadora: Me. Thaís Gornati Gonçalves

Trabalho de Graduação apresentado como requisito
parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM
ENGENHARIA DE PESCA.

Registro - SP

Junho - 2024

R696a

Rodrigues, Yasmim Cristine Patrício

AVALIAÇÃO GENÉTICA E FENOTÍPICA DE CARACTERÍSTICAS
REPRODUTIVAS DE MATRIZES DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis
niloticus* / Yasmim Cristine Patrício Rodrigues. -- Registro, 2024

24 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Pesca) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias do
Vale do Ribeira, Registro

Orientador: Rafael Vilhena Reis Neto

Coorientadora: Thaís Gornati Gonçalves

1. Tilápia do Nilo. 2. Genética. 3. Fenótipo. 4. Tendência. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO

TRABALHO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

TÍTULO: "AVALIAÇÃO GENÉTICA E FENOTÍPICA DE CARACTERÍSTICAS
REPRODUTIVAS DE MATRIZES DE TILÁPIA DO NILO *OREOCHROMIS
NILOTICUS*"

ACADÊMICA: Yasmim Cristine Patricio Rodrigues

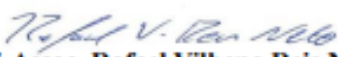
ORIENTADOR: Prof. Assoc. Rafael Vilhena Reis Neto

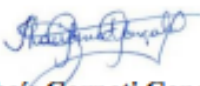
PERÍODO: 9º Semestre 5º Ano

Aprovado: ☒

Reprovado: ☐

BANCA EXAMINADORA:

Presidente 
Prof. Assoc. Rafael Vilhena Reis Neto

Membro 
Ma. Thais Gornati Gonçalves

Membro 
Me. Gabriel Rinaldi Lattanzi

Registro, 18 / 06 / 2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me encorajar a enfrentar todas as batalhas da vida, promovendo momentos incríveis e por proporcionar essa grande conquista.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial a minha mãe, Fabiane Patrício, a qual me apoio, motivou e me deu forças para estar realizando essa etapa da minha vida.

Agradeço a meu namorado, Fabio Nova, que impulsionou a terminar o curso, enfrentou diversas dificuldades comigo estando sempre ao meu lado, e sou grata pelo carinho e afeto.

Aos meus amigos e colegas de graduação que me impulsionaram e auxiliaram em cada momento do curso.

Agradeço ao meu grupo de pesquisa de genética que só tenho a agradecer a todos como meu orientador ao Prof. Dr. Rafael Vilhena Reis Neto, a minha coorientadora Me. Thais Gonçalves, e os demais participantes do grupo de pesquisa, que me trouxeram grandes ensinamentos: Me. Gabriel Lattanzi, Me. Woshington Gervaz, Marcelo Tamagusko e o Fabio Nova. À empresa S3 Piscicultura e toda a equipe que me acolheu e proporcionaram ótimas experiências, com suporte, apoio e conhecimentos.

Agradeço aos docentes, técnicos e funcionários do campus, pela disposição e todo suporte durante o experimento e a jornada.

Agradeço a COPE Conecta que me proporcionaram mais uma realização em parceria.

RESUMO

O presente estudo avaliou a tendência genética através do desempenho fenotípico do intervalo e volume de desova em matrizes de Tilápia da linhagem Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) e suas progênies, durante 11 ciclos reprodutivos (2009-2021). Foram analisados dados de volume e intervalo de desova de 2675 fêmeas, totalizando 6000 registros, abrangendo 6 famílias, na empresa de reprodução e comercialização de Tilápia S3 Piscicultura, em Registro – SP. O intervalo médio de desova e o volume de ovos foram calculados para cada fêmea, considerando a família e a idade do animal. Para a avaliação fenotípica utilizou-se análise de regressão de Cox, testes de variância para comparar entre gerações e idades, e comparações por meio do teste de médias de Skott Knott. Um pedigree foi construído, e os valores genéticos aditivos (VGA) foram estimados e analisados com o software AIREMLF90®, determinando a tendência genética do plantel. A análise inicial revelou que os intervalos médios variaram de 53,6 a 75,9 dias e o volume médio de desova de 20,5 a 34,6 ml entre diferentes gerações de fêmeas. O desempenho reprodutivo das Tilápias GIFT em diferentes idades e gerações mostrou que fêmeas de 1,5 a 3 anos apresentaram melhor desempenho, com intervalos de desova menores e volumes maiores, seguido de um declínio gradual após os 3 anos de idade. Os valores genéticos aditivos (VGAs) para volume de ovos e intervalo de desova em Tilápias GIFT apresentaram um padrão quadrático ao longo das gerações, indicando um aumento até o início da seleção fenotípica das fêmeas. No entanto, observou-se um efeito negativo dessa seleção sobre os VGAs, sugerindo que uma abordagem focada apenas na produção de ovos pode não ser ideal para maximizar a eficiência reprodutiva. A análise de tendência genética destacou a necessidade de considerar outros fatores além do volume de ovos na seleção e melhoramento das Tilápias GIFT, visando otimizar a produção e reduzir o intervalo de desova.

Palavras chaves: Tilápia do Nilo, Genética, Fenótipo, Tendência.

ABSTRACT

The present study evaluated the genetic trend through the phenotypic performance of spawning interval and volume in Tilapia matrices from the Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) project and their progenies, during 11 reproductive cycles (2009-2021). Data on the volume and spawning interval of 2,675 females were analyzed, totaling 6,000 records, covering 6 families at the Tilapia breeding and marketing company S3 Piscicultura, in Registro – SP. The average spawning interval and egg volume were calculated for each female, considering the family and the age of the animal. The phenotypic evaluation used Cox regression analysis, variance tests for comparison between generations and ages, and comparisons using the Skott Knott mean test. A pedigree was constructed, and the additive genetic values (AGB) were estimated and analyzed with the AIREMLF90® software, determining the genetic tendency of the breeding stock. The initial analysis revealed that the average intervals varied from 53.6 to 75.9 days and the average spawning volume from 20.5 to 34.6 ml between different generations of females. The reproductive performance of GIFT Tilapia at different ages and generations showed that females aged 1.5 to 3 years presented better performance, with shorter spawning intervals and larger volumes, accompanied by a gradual decline after 3 years of age. Additive genetic values (AGBs) for egg volume and spawning interval in GIFT Tilapia were a quadratic pattern across generations, decreasing to an increase until the start of female phenotypic selection. However, we commented on a negative effect of this selection on VGAs, indicating that an approach focused only on egg production may not be ideal for maximizing reproductive efficiency. The genetic trend analysis highlighted the need to consider factors other than egg volume in the selection and improvement of GIFT Tilapia, optimizing production and reducing the spawning interval.

Keywords: Nile Tilapia, Genetics, Phenotype, Trend.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico de dispersão e relação a Valor genético de volume (VGVOL) e Valor genético de intervalo de desova (VGINT).....	17
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Origem dos animais avaliados em cada ciclo reprodutivo	12
Tabela 2. Médias e desvios-padrão do intervalo e do volume de desova de fêmeas de tilápias GIFT por família e avaliadas em três ciclos produtivos.....	15
Tabela 3. Médias e desvios-padrão do intervalo médio e do volume de desova de fêmeas de tilápias GIFT por idade.....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Reprodução de Tilápias	10
2.2 Tendência Genética.....	11
2.3 Parâmetros avaliativos.....	11
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivos específicos.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1 Origem das matrizes	12
4.2 Manejo Reprodutivo e Coleta de Dados.....	13
4.3 Variáveis Avaliativas.....	14
4.3.1 Intervalo de desova.....	14
4.3.2 Volume total dos ovos.....	14
4.4 Análises Estatística.....	14
4.4.1 Avaliação fenotípica	15
4.4.2 Avaliação genética.....	15
5. RESULTADOS.....	15
6. DISCUSSÃO.....	18
7. CONCLUSÃO.....	21
8. REFERENCIAS	22

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

De acordo com o anuário da Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe BR), a produção nacional de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, alcançou 579.080 toneladas em 2023. Este volume coloca o Brasil entre os quatro maiores produtores da espécie no mundo, atrás de China, Indonésia e Egito. A produção brasileira de Tilápia já supera a de países tradicionalmente mais fortes na criação desta espécie, como a Tailândia (Peixe BR, 2024).

O Brasil possui cerca de 13% da água doce renovável do planeta, demonstrando um grande potencial para a produção de organismos aquáticos, desta forma para manter ou ainda ampliar os índices de produtivos é necessário fortalecer todos os elos da cadeia produtiva, desde melhorias na nutrição, nos sistemas de produção, sanidade, técnicas de processamento, genética dos animais produzidos, e também na eficiência reprodutiva das matrizes e reprodutores, uma vez que esse elo é a ligação para o desenvolvimento dos demais (Yoshida, 2014).

Possuindo como característica reprodutiva o armazenamento dos ovos na cavidade bucal, esta espécie de peixe possibilita a coleta dos mesmos, o que chamamos de coleta de ovos, possibilitando assim estimar e quantificar as quantidades de ovos coletados por matriz, isso possibilita a seleção de reprodutores quanto a essas características (Baerends e Baerends-van Roon, 1950; Fryer e Iles, 1972; Rana, 1988).

Além disso, variações ambientais, biologia animal e genótipo, influenciam diretamente na frequência e volume de desova em Tilápia. As variações ambientais principalmente temperatura ocasionam variações nos períodos reprodutivos. Temperaturas abaixo de 23°C e acima de 29° C pode ser prejudicial a reprodução em Tilápia, porém foi observado que animais provenientes de parentais adaptados possuem rendimento em situações extremas (SENAR, 2017).

A eficiência do melhoramento genético se inicia através da seleção e identificação dos animais geneticamente superiores para as características desejadas. A efetividade do programa de melhoramento genético, está relacionado com o monitoramento dos resultados, através da avaliação do progresso genético, verificando a tendência genética ao decorrer do processo (Leão et al., 2013).

A tendência genética demonstra através de cálculos as variações que ocorrem durante a seleção dos organismos aquáticos, fornecendo a quantificação fenotípica responsável pelas melhorias durante o tempo de seleção dos animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Reprodução de Tilápias

É denominado Tilápia espécies de peixes de água doce da família *Cichlidae* divididas em três gêneros, de acordo com o modo de reprodução, hábito alimentar e biogeografia. A tilápia desova em ninhos com substratos no fundo dos corpos d'água. O gênero *Sarotherodon* constrói ninhos e os ovos são incubados por machos e fêmeas. Já o gênero *Oreochromis* constrói ninhos e a incubação dos ovos é realizada unicamente pelas fêmeas. Essas espécies reproduzem naturalmente durante todo o ano, desde que existam condições adequadas, como idade mínima de 3 a 4 meses e peso mínimo de 100 g. As espécies do gênero *Oreochromis*, especialmente *O. niloticus*, são as mais importantes para a aquicultura (Neira, 2010; Ponzoni et al., 2011; Bentsen et al., 2012).

No processo reprodutivo natural das tilápias, o macho dominante constrói ninhos para atrair as fêmeas para o acasalamento (Baerends e Baerends-van Roon, 1950; Fryer e Iles, 1972; Rana, 1988). As fêmeas desovam nos ninhos e, após a fertilização, incubam os ovos na cavidade bucal. O cuidado materno é mantido até a fase de pós-larvas (Rana, 1988).

Na tilapicultura, destacam-se duas técnicas para a produção de alevinos. A primeira é conhecida como técnica de coleta de nuvens, em que reprodutores e matrizes permanecem juntos em um mesmo tanque escavado, e as pós-larvas são coletadas com auxílio de rede de malha fina para posterior classificação (Kubitza, 2000). Na segunda técnica, os ovos fertilizados são coletados diretamente da cavidade bucal das fêmeas e incubados artificialmente em incubadoras com fluxo e temperatura da água controlada até a eclosão e a absorção completa do saco vitelínico pelas pós-larvas.

A efetividade da fêmea de tilápia pode ser estimada por meio de um melhor controle das desovas, identificando a fêmea correspondente, o volume da desova, a frequência, a taxa de fecundidade e a de eclosão (Little et al., 1995). A idade dos animais, um fator determinante, pode ser compreendida por características como o peso corporal (Coward e Bromage, 1999).

A tilápia possui maturação gonadal assíncrona, podendo desovar mais de uma vez no período reprodutivo. Isso permite a utilização das matrizes várias vezes. Os intervalos de desova variam entre 14 e 55 dias. A coleta de ovos na boca ou a extrusão das fêmeas são técnicas que contribuem para a redução do intervalo entre desovas, permitindo uma

utilização mais eficiente das fêmeas (Little et al., 1993; Coward e Bromage, 2000; Ridha e Cruz, 2000; Campos-Mendoza et al., 2004).

As características reprodutivas em tilápias, como número de desovas, intervalo entre desovas, probabilidade de desovar e desova múltipla, têm origem genética aditiva. A variação fenotípica dessas características resulta em um ganho genético expressivo, tornando-as critérios de seleção em programas de melhoramento genético (Yoshida, 2014).

2.2 Tendência Genética

A verificação da tendência genética de uma população, avalia o progresso genético, tornando possível quantificar a variação da característica produtiva, contabilizando a efetividade do método utilizado fornecendo informações sobre a estratégia de seleção (Pereira et al. 2008).

A tendência genética é verificada através da regressão das características desejadas (valores genéticos), averiguando o progresso dos indivíduos no decorrer das gerações, mostrando o comportamento do valor genético nas famílias (Oliveira, 2016). As características desejadas podem ser obtidas através da seleção de reprodutores que transmitem suas características superiores para sua progênie (Price, 1999; Price, 2002; Gjedrem & Baranski, 2009).

2.3 Parâmetros avaliativos

A Tilápia possui características reprodutivas que favorecem a realização de aperfeiçoamento genético através de programas, como alta prolificidade, maturidade sexual precoce, fecundidade relativamente elevada, desova frequente e parcelada (Popma e Green, 1990; Turra 2010; Come, 2018). A evolução genética de características reprodutivas de populações comerciais da Tilápia se torna bastante relevante no sentido de direcionar as ações para o melhoramento dos plantéis de matrizes.

Os rendimentos reprodutivos de Tilápia são de grande importância para o planejamento produtivo dos produtores de alevinos, possibilitando uma ampliação, melhores resultados reprodutivos e uma melhor compactação produtiva na propriedade.

3. OBJETIVOS

Avaliar a tendência genética através dos desempenhos fenotípicos de intervalo e volume de desova, em matrizes de Tilápia de uma piscicultura comercial durante 11 ciclos reprodutivos, desde 2009 até 2021.

3.1 Objetivos específicos

Avaliar o volume de desova e o intervalo de desovas por família de Tilápia e por idade das matrizes.

Estimar a tendência genética para volume de ovos e intervalos de desovas do plantel de matrizes de Tilápia considerando todos os ciclos de produção.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas a partir de um banco de dados com mais de 6000 registros do volume de ovos produzidos e intervalo de desova de 2675 fêmeas coletados de 2009 a 2021, somando 6 gerações avaliadas, de uma população pertencente a S3 Piscicultura, localizada em Registro – SP, Vale do Ribeira.

4.1 Origem das matrizes

Para o projeto foram utilizadas matrizes das instalações da piscicultura, provenientes do Projeto GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia). O projeto GIFT foi iniciado no Brasil no ano de 2005 através da parceria entre WorldFish Center (Malásia) com a Universidade Estadual de Maringá (UEM), no início do Programa de Melhoramento Genético de Tilápias de Maringá – PR, sendo importadas 30 famílias da linhagem GIFT da WorldFish Center e até o presente momento está na 14^a geração.

As matrizes foram adquiridas a partir da 4^a geração do projeto GIFT, durante o período de 2008 a 2011, sendo em 2008 adquirido 3 famílias, no ano de 2010 foram obtidas mais 3 famílias, e 2 famílias no ano de 2011. As matrizes foram adquiridas na fase de alevinos pesando cerca de 1 grama (g).

Os animais foram criados até se tornarem adultos e identificados através de microchips na sua região dorsal próximo a nadadeira dorsal e, no ciclo de 2009/2010 começaram a ser utilizados como reprodutores, utilizando um protocolo pré-determinado do programa de melhoramento de reprodução, impedindo a reprodução entre parentes, evitando problemas de consanguinidade.

Até o ano de 2016 os animais foram selecionados fenotipicamente usando o desempenho reprodutivo como critério de seleção. Esses animais eram repostos a cada 5 anos. No ano de 2017, foi realizado a reposição do plantel com os próprios peixes da fazenda, sendo utilizado 2 gerações desses animais como matrizes (Tabela 1).

Tabela 1. Origem dos animais avaliados em cada ciclo reprodutivo

Ciclo Reprodutivo	Famílias Avaliadas
2009/2010	Famílias I, II e III da 4ª geração GIFT
2010/2011	Famílias I, II e III da 4ª geração GIFT; IV, V e VI da 5ª geração GIFT
2011/2012	Famílias I, II e III da 4ª geração GIFT; IV, V e VI da 5ª geração GIFT
2012/2013	Famílias I, II e III da 4ª geração GIFT; IV, V e VI da 5ª geração GIFT
2013/2014	Famílias I, II e III da 4ª geração GIFT; IV, V e VI da 5ª geração GIFT; VII e VII da 6ª geração GIFT
2014/2015	Famílias I, II e III da 4ª geração GIFT; IV, V e VI da 5ª geração GIFT; VII e VII da 6ª geração GIFT
2015/2016	Famílias IV, V e VI da 5ª geração GIFT; VII e VII da 6ª geração GIFT
2016/2017	Famílias IV, V e VI da 5ª geração GIFT; VII e VII da 6ª geração GIFT
2017/2018	Famílias IV, V e VI da 5ª geração GIFT; VII e VII da 6ª geração GIFT; N da 1ª geração da propriedade
2018/2019	Famílias VII e VII da 6ª geração GIFT; N da 1ª geração da propriedade e 4 e 5 da 2ª geração da propriedade
2019/2020	Famílias VII e VII da 6ª geração GIFT; N da 1ª geração da propriedade e 4 e 5 da 2ª geração da propriedade
2020/2021	Famílias VII e VII da 6ª geração GIFT; N da 1ª geração da propriedade e 4 e 5 da 2ª geração da propriedade

4.2 Manejo Reprodutivo e Coleta de Dados

O manejo reprodutivo adotado na propriedade é o de coleta de ovos da boca das matrizes. O período de reprodução tem início em outubro e poder durar até abril, podendo este período ser mais curto ou mais longo conforme a temperatura da água se mantenha a um nível adequado. Os tanques de reprodução são construídos em alvenaria com 10 metros de comprimento, 3 metros de largura e 1,2 metros de profundidade com fluxo constante de água em uma renovação diária média de 20%.

De acordo com Hughes e Behrends, (1983) e Siddiqui e Al-Harbi (1997), a relação machos/fêmeas utilizada na propriedade é de 1:3, assim, em cada tanque de reprodução são estocados 10 machos e 30 fêmeas onde permanecem por todo período reprodutivo. Os animais, reprodutores e matrizes, são alimentados o ano todo, inclusive durante os ciclos reprodutivos, por meio de uma dieta comercial contendo 32% de proteína bruta.

Antes da estocagem nos tanques de reprodução, os animais têm suas identificações (microchips) verificadas para o direcionamento dos acasalamentos conforme as orientações do programa de melhoramento. Esta etapa é de suma importância para evitar a reprodução entre indivíduos aparentados o que poderia ocasionar problemas de consanguinidade.

A coleta de ovos da boca das fêmeas é repetida a cada 3 dias em cada tanque. O manejo ocorre de forma rápida precisa minimizando o estresse dos animais. A rede de despesca passa pelo fundo do viveiro e os animais ficam presos em uma bolsa, sendo assim retirados um a um, verificando-se o sexo e a existência ou não de ovos.

Observado a presença dos ovos, é verificada a identificação da fêmea e seus ovos são coletados medidos em provetas de 100mL com precisão de 1mL para estimativa do número de ovos. Após a coleta, os ovos são transferidos para incubadoras de três litros, em formato cilíndrico com cavidade mais estreita no fundo, fazendo com que o fluxo de água se mantenha de forma constante para oxigenação dos ovos, conforme ocorre na boca dos animais na natureza. As baterias de incubadores estão instaladas em um laboratório de incubação com sistema de recirculação de água com temperatura e oxigênio controlados.

Os parâmetros de qualidade da água são medidos diariamente em cada tanque no período da manhã, com o auxílio de uma sonda multiparâmetro da marca InsthruTerm® (Brasil), modelo MO-900, que fornece os níveis de oxigênio dissolvido e temperatura.

4.3 Variáveis Avaliativas

4.3.1 Intervalo de desova

O intervalo médio de desova foi calculado para cada fêmea pela relação entre período de reprodução em dias, máximo de 180 dias, pelo número de vezes que a fêmea desovou durante o ciclo.

4.3.2 Volume total dos ovos

O volume de ovos produzidos de cada fêmea foi medido em provetas de 100 mL com precisão de 1mL, assim, o volume total de ovos produzidos se dará pela soma dos volumes de todas as desovas de uma determinada fêmea durante o ciclo reprodutivo.

4.4 Análises Estatística

No banco de dados com as informações coletadas de 2009 a 2021, foi inicialmente realizada a busca por informações inconsistentes, como por exemplo, peixes com a mesma identificação, peixes sem número de registro, algumas fêmeas sem registro de pai

e mãe, peixes sem registro de idade, e médias das variáveis analisadas com valores improváveis. Registros com informações inconsistentes foram descartados das análises, esta eliminação de informações inconsistente foi realizada por meio do programa *R* versão 3.6.1 (R Core Team, 2019), após a eliminação, o número de registros caíram de pouco mais de 6000 para cerca 4000.

4.4.1 Avaliação fenotípica

Com os dados verificados quanto as informações inconsistentes, prosseguiu-se com a avaliação fenotípica do plantel. Previamente foi realizada uma análise de regressão de Cox para verificar quais os fatores que influenciaram as variáveis resposta (intervalo de desova e volume médio de desova). Conforme os resultados da regressão de Cox, foram realizadas análises de variância e teste de médias (Scott Knott) para comparar o intervalo e o volume de desova entre as gerações e as diferentes idades das matrizes de Tilápia GIFT.

4.4.2 Avaliação genética

A partir do banco de dados “limpo”, foi realizada a construção do “pedigree” dos animais. Nesta etapa, para os animais oriundos do programa GIFT foi possível incluir a identificação dos parentais maternos e paternos, já para as matrizes de reposição, selecionadas do plantel da propriedade, só foi possível incluir a identificação materna, uma vez que a reprodução ocorria em tanques coletivas onde existiam diferentes machos.

Os valores genéticos aditivos (VGA) das fêmeas para volume de ovos e intervalo de desova foram estimados por meio de um modelo animal que incluiu os efeitos fixos de tanque de reprodução e ciclo reprodutivo, e aleatórios de ambiente permanente e genético aditivo direto. As análises para as estimativas dos VGAs foram realizadas utilizando o método de máxima verossimilhança restrita, por meio do software AIREMLF90® (MISTZAL et al, 2014).

Com os VGAs estimados procedeu-se uma análise de regressão em função das gerações determinando assim a tendência genética do plantel.

5. RESULTADOS

Em primeiro momento foi realizado uma análise em relação ao intervalo e volume de desova de fêmeas de diferentes gerações. As famílias apresentaram intervalos médios

de desova variando de 53,6 a 75,9 dias e volume médio de desova variou de 20,5 a 34,6 ml.

A partir dos resultados obtidos, houve uma relação significativa entre as famílias. Através da análise de variância de cada família e do teste de média Skott Knott, foi realizado uma comparação entre as famílias, intervalo de desova e volume médio.

O teste apresentou que a família VI obteve o menor intervalo de desova com 53,6 dias, porém as famílias I, II, III e IV apresentaram intervalos médios estatisticamente semelhantes, entre 62,0 a 66,4 dias. Em relação ao volume médio de desova a família I obteve o melhor resultado em relação as demais famílias, com 34,6ml, seguida pela família 3, com 32,4ml sendo a segunda melhor família nesse quesito (Tabela 2).

Tabela 2. Médias e desvios-padrão do intervalo e do volume de desova de fêmeas de tilápias GIFT por família e avaliadas em três ciclos produtivos.

Famílias	Intervalo Médio (dias)	Volume médio (ml)
I	66,4 ± 43,3 C	34,6 ± 16,1 A
II	62,7 ± 42,7 C	30,2 ± 13,8 C
III	64,0 ± 42,0 C	32,4 ± 12,9 B
IV	62,0 ± 46,5 C	22,4 ± 9,0 D
V	69,0 ± 47,5 B	23,3 ± 10,0 D
VI	53,6 ± 44,3 C	23,1 ± 9,3 D
VII	75,9 ± 45,1 A	20,5 ± 9,6 E
C.V.	31,2	45,3

Médias seguidas de letras diferentes se diferem pelo teste de Skott Knott (0,05)

Foram realizadas análises de variância de cada matriz através da idade, médias do intervalo de desova e volume obtidos, e comparado os desempenhos através do teste de média de Scott Knott dentre os grupos (Tabela 3).

Segundo o teste de médias, o intervalo médio de desova varia significativamente com a idade. Com 1,5 anos as fêmeas atingem o melhor desempenho em relação ao intervalo de desova, com 43,6 dias. Com 2,5 anos as fêmeas atingem o maior volume médio de desovas com 32,3ml. Foi verificado que em seu primeiro ano de idade, o reprodutor obtém os piores resultados em intervalo e volume de desova, obtendo 84,4 dias entre as desovas e 16ml (Tabela 3).

Tabela 3. Médias e desvios-padrão do intervalo médio e do volume de desova de fêmeas de tilápias GIFT por idade.

Idade (anos)	Intervalo (dias)	Médio	Volume (ml)	médio
1,0	88,4 ± 40,8 A		16,9 ± 7,2 D	
1,5	43,6 ± 40,6 D		24,9 ± 8,7 B	
2,0	66,5 ± 45,7 B		25,0 ± 11,5 B	
2,5	76,9 ± 40,4 B		32,3 ± 12,8 A	
3,0	57,1 ± 42,2 B		22,4 ± 11,9 C	
3,5	73,1 ± 45,1 B		17,3 ± 11,5 D	
4,0	54,4 ± 38,9 C		21,2 ± 9,9 C	
4,5	73,1 ± 44,1 B		14,9 ± 10,5 E	
8,0	73,0 ± 44,5 B		23,8 ± 10,2 B	
8,5	79,3 ± 47,8 B		16,6 ± 7,4 D	
C.V.	28,9		47,9	

Médias seguidas de letras diferentes se diferem pelo teste de Skott Knott (0,05)

Para o valor genético aditivo de volume de desova (VGVOL) e o valor genético aditivo de intervalo de desova (VGINT), foi elaborado um gráfico de dispersão (Figura 1) e verificado o desempenho em relação aos valores genéticos nas gerações de Tilápia GIFT.

As equações para os valores genéticos foram para o VGVOL de $Y = -1,5411X^2 + 11,788X - 19,625$ com $R^2 = 0,8297$, e para o VGINT de $y = -1,7542X^2 + 14,379X - 27,866$ com $R^2 = 0,7257$. O VGVOL aumentou até 4 geração, depois começa a diminuir.

O valor de $R^2 = 0,8297$ indica que o modelo polinomial ajustado explica bem a variação dos dados. O VGINT também mostra um padrão semelhante, aumentando até cerca de 4 gerações antes de diminuir. O valor de $R^2 = 0,7257$, sugere que o modelo polinomial é razoavelmente bom, mas não tão explicativo (Figura 1).

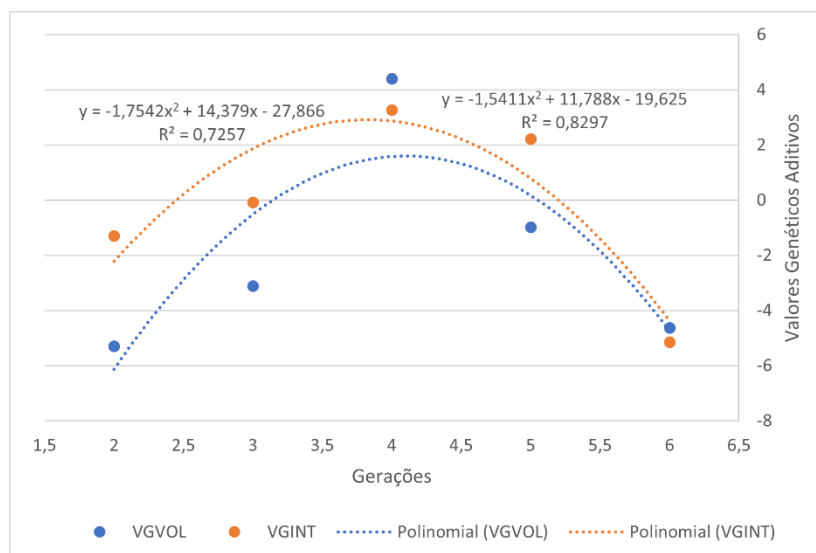


Figura 1 – Gráfico de dispersão em relação a Valor genético de volume (VG VOL) e Valor genético de intervalo de desova (VG INT).

6. DISCUSSÃO

TÓPICO 1 - Tabela 2 - Médias e desvios-padrão do intervalo e do volume de desova de fêmeas de tilápias GIFT por família e avaliadas em três ciclos produtivos.

A análise das médias e desvios-padrão do intervalo e volume de desova é importante para entender a variabilidade e consistência reprodutiva entre as famílias. Esses dados fornecem insights sobre a eficiência reprodutiva das famílias, permitindo identificar aquelas com melhor desempenho e estabilidade. Além disso, ajudam a identificar possíveis influências genéticas e ambientais na desova.

Santiago et al., (2004) relataram que o intervalo médio de desova da tilápia do Nilo variou de 30 a 40 dias em condições ótimas de cultivo, indicando que fatores ambientais ou genéticos podem influenciar intervalos maiores em tilápias GIFT e suas progênes.

Os resultados para o desempenho reprodutivo entre as famílias mostram variabilidade significativa nos intervalos e volumes de desova das tilápias GIFT. Esta variabilidade pode ser atribuída a diferenças genéticas e ambientais. Comparados a outros estudos, observa-se que as Tilápias GIFT tendem a apresentar intervalos de desova maiores, mas volumes de desova semelhantes a outras linhagens de tilápias. Esses

resultados sublinham a importância da seleção cuidadosa de famílias específicas de tilápias GIFT para otimizar a produção reprodutiva em sistemas de aquicultura.

TÓPICO 2 – Tabela 3 - Médias e desvios-padrão do intervalo médio e do volume de desova de fêmeas de tilápias GIFT por idade.

A análise das médias e desvios-padrão do intervalo médio e volume de desova de fêmeas de tilápias GIFT por idade é fundamental para compreender como a idade influencia sua capacidade reprodutiva. Esses dados fornecem insights sobre o período mais produtivo na vida das tilápias, possibilitando a otimização do manejo reprodutivo e a melhoria da eficiência da produção.

El-Sayed e Kawanna (2008) investigaram os efeitos do fotoperíodo na tilápia do Nilo e Yoshida (2014) avaliou os efeitos ambientais e genéticos nas características reprodutivas da mesma espécie. Os resultados indicaram volumes médios de desova maiores (28,0ml) do que os observados neste estudo (16,9 a 25,0 ml) para fêmeas de 1 e 2 anos de idade, respectivamente.

Em sistemas de recirculação, Ridha (2006) registrou intervalos médios de desova variando de 50 a 70 dias, com volumes médios de desova entre 25 a 35 ml. Resultados semelhantes foram obtidos por Fessehaye et al. (2006) ao avaliar diferentes linhagens de tilápia, com volumes médios de desova variando de 20 a 50 ml. Esses estudos demonstram que o desempenho reprodutivo das tilápias GIFT em sistemas aquícolas é comparável ao de outras linhagens (Ridha, 2006).

Yoshida (2014) observou que as fêmeas de Tilápia GIFT atingem seu melhor desempenho reprodutivo aos 2 anos de idade, com intervalos de desova diminuindo até essa idade. A eficiência reprodutiva, medida pelo intervalo médio de desova, tende a alcançar o pico aos 2 a 3 anos de idade, com um declínio gradual após essa fase (El-Sayed e Kawanna, 2008). Nas linhagens GIFT, os intervalos médios de desova mostram um comportamento precoce, atingindo o ápice por volta de 1,5 anos e mantendo-se estáveis até aproximadamente os 4 anos, seguidos de um declínio gradual.

Rezk et al., (2009) observaram que tilápias GIFT apresentam maior eficiência reprodutiva entre 1,5 e 2,5 anos, com volumes médios de desova variando entre 20 e 30 ml. Gupta e Acosta (2004) também analisaram a influência da idade na reprodução de tilápias, constatando um aumento no volume de desova até os 2 a 3 anos, seguido de uma

diminuição. Este padrão foi observado nas reprodutoras avaliadas, com melhor desempenho aos 2,5 anos e pior desempenho aos 4,5 anos. Resultados superiores foram observados em idades mais avançadas, como aos 8 e 8,5 anos.

Em resumo, a idade influencia significativamente os intervalos e volumes médios de desova das Tilápias GIFT. Fêmeas jovens com 1 ano e fêmeas mais velhas que 3,5 anos tendem a apresentar intervalos de desova mais longos e volumes de desova menores, enquanto as fêmeas de idade intermediária (1,5 a 2,5 anos) mostram intervalos de desova mais curtos e volumes de desova maiores. Esses resultados corroboram a literatura, que sugere que a eficiência reprodutiva das Tilápias atinge um pico em torno de 2 a 3 anos de idade antes de declinar gradualmente.

TÓPICO 3 – FIGURA 1 - (VGVOL) e o valor genético aditivo de intervalo de desova (VGINT)

O estudo dos valores genéticos aditivos (VGAs) para o volume de ovos (VGVOL) e o intervalo de desova (VGINT) é importante para avaliar a hereditariedade e a variabilidade dessas características reprodutivas. Esses dados orientam programas de melhoramento genético, facilitando a seleção de tilápias com maior potencial reprodutivo ao longo das gerações. Além disso, a análise dos VGAs permite entender como fatores genéticos e ambientais interagem, contribuindo para práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis na piscicultura.

Neste estudo, os valores genéticos aditivos para VGVOL foi de $Y = -1,5411X^2 + 11,788X - 19,625$, $R^2 = 0,8297$) e para o VGINT foi de $y = -1,7542X^2 + 14,379X - 27,866$, $R^2 = 0,7257$) ambos exibiram um padrão quadrático ao longo das gerações, mostrando um aumento inicial dessas características até o início da seleção fenotípica.

Entretanto, observou-se um efeito negativo da seleção fenotípica sobre os VGAs, indicando que focar apenas na produção de ovos das fêmeas não é suficiente para maximizar a eficiência reprodutiva. Isso ressalta a importância de considerar outros fatores no processo de seleção, como o parentesco entre os indivíduos e os parâmetros genéticos das características, práticas essenciais na seleção genética para otimizar a produção de ovos de tilápias.

Rezk et al. (2009) também destacaram a importância de equilibrar diferentes aspectos genéticos para otimizar a produção, obtendo padrões semelhantes de melhorias seguidas por declínios após várias gerações.

Em resumo, os VGAs para as características VGVOL e VGINT mostram uma melhoria inicial nas primeiras gerações, indicando que a seleção genética pode melhorar essas características reprodutivas até certo ponto. No entanto, após a quarta geração, observa-se um declínio, sugerindo a necessidade de novas estratégias de seleção genética ou consideração de fatores adicionais que podem impactar negativamente em gerações posteriores.

7. CONCLUSÃO

A análise dos valores genéticos das fêmeas de Tilápia revelou um efeito negativo da seleção fenotípica, que se baseia apenas na medida de produção de ovos. Além disso, verificou-se uma influência significativa da idade das fêmeas sobre as variações observadas. A seleção fenotípica focada exclusivamente no volume de ovos não é suficiente para maximizar a produção e reduzir o intervalo de desova, destacando a necessidade de considerar outros fatores que podem impactar os resultados adversamente. Estudos sobre tendências genéticas confirmam a eficácia da seleção genética; no entanto, para otimizar o melhoramento genético, é essencial incorporar outros indicadores de desempenho nos critérios de seleção, visando alcançar melhores resultados reprodutivos.

8. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira De Piscicultura** – PeixeBR. Anuário PeixeBR da Piscicultura, Brasil 2024.
- Baerends, Gerardus Pieter; Baerends-Van Roon, JM.** Uma introdução ao estudo da etologia dos peixes ciclídeos. Comportamento. Suplemento, pág. III-243, 1950.
- Bentsen, Hans B. Et Al.** Melhoramento genético de tilápias cultivadas: Parâmetros genéticos para peso corporal na colheita de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante cinco gerações de testes em múltiplos ambientes. *Aquicultura*, v. 338, pág. 5665, 2012.
- Campos-Mendoza, Antonio et al.** Resposta reprodutiva da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à manipulação fotoperiódica; efeitos na periodicidade da desova, fecundidade e tamanho dos ovos. *Aquicultura*, v. 231, n. 1-4, pág. 299-314, 2004.
- Come, Ester Simione.** Parâmetros reprodutivos para sincronização em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas com diferentes níveis nutricionais. 2018.
- Coward, K., Bromage, N.R., 2000.** Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10, 1 –25.
- Fryer, Geoffrey.** "Os peixes ciclídeos dos Grandes Lagos da África." *Sua Biologia e Evolução*. 641 (1972).
- El-Sayed, A. F. M. e Kawanna, M.** Effects of photoperiod on the performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) exposed to different water temperatures. *Aquaculture Research*, 39(10), 1119-1126, 2008.
- Fessehay, Y.; El-Bialy, Z.; Rezk, M. A.; Crooijmans, R.; Bovenhuis, H.; e Komen, H.** Mating systems and male reproductive success in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 256(1-4), 148-158, 2006.
- Gjedrem, Trygve; Baranski, Matthew.** Selective breeding in aquaculture: an introduction. Springer Science & Business Media, 2009.
- Gupta, M. V., e Acosta, B. O.** A review of global tilapia farming practices. *Aquaculture Asia*, 9(1), 22-24, 2004.
- Hughes, D. G.; Behrends, L. L.** Mass production of *Tilapia nilotica* seed in suspended net enclosures. In: *Tilapia Aquaculture. Proceedings of the International Symposium on Tilapia Aquaculture*, Israel Tel Aviv University, Nazareth. p. 394-401, 1983.
- Kubitza, F.** Tilápia: tecnologia e planejamento comercial. Jundiaí: F. Kubitza, 285p, 2000.

- Leão, Guilherme Fernando Mattos et al.** Melhoramento genético em zebuínos leiteiros—uma revisão. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 9, n. 4, p. 09-14, 2013.
- Little D.C., Macintosh D.J., Edwards P.**, 1993. Improving spawning synchrony in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture and Fisheries Management* 24, 399–405
- Little, D.C., Lin, C.K., Turner, W.A.**, 1995. Commercial scale tilapia fry production in Thailand. *World Aquaculture* 26(4), 20–24.
- Misztal I., Legarra A., Aguilar I.**, 2014. Using recursion to compute the inverse of the genomic relationship matrix. *J. Dairy Sci.* 97: 3943–3952.
- Neira, N.**, 2010. Breeding in aquaculture species: genetic improvement programs in developing countries. 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig, Germany, p. 8.
- Oliveira, Aline Mayra Da Silva.** Impacto da seleção genética na morfometria e desempenho de tilápias do Nilo. 2016.
- Pereira, J.C.C.** 2008. Melhoramento genético aplicado à produção animal, - 5. ed. - Belo Horizonte : FEPMVZ Editora.
- Price, E.O.** Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science*, v.65, p.245-271, 1999.
- Price, E.O.** Animal domestication and behavior. CABI Publishing. 297p, 2002.
- Ponzoni, Raul W. Et Al.** Melhoramento genético da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com especial referência ao trabalho realizado pelo WorldFish Center com a cepa GIFT. *Resenhas em Aquicultura*, v. 3, n. 1, pág. 27-41, 2011.
- Popma, T. J.; Green, B. W.** Sex reversal of tilapia in earthen ponds. *Aquacultural production*. Auburn University, Alabama, 1990.
- Rana, Krishen.** "Biologia reprodutiva e criação em incubatório de ovos e alevinos de tilápia." Em *Avanços Recentes na Aquicultura: Volume 3*, pp. Dordrecht: Springer Holanda, 1988.
- Rezk, M. A.; Ponzoni, R. W.; Kamel, E. A.; Khater, Z.; e Dawood, T.** Relative performance of two Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains in Egypt: The Abbassa selection line and the Kafr El Sheikh commercial strain. *Aquaculture*, 294(1-2), 10-16, 2009.
- Ridha, MT; Cruz, EM .** Efeito da intensidade luminosa e do fotoperíodo na produção de sementes de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* L.. *Pesquisa em Aquicultura*, v. 7, pág. 609-617, 2000.

- Ridha, M. T.** Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., at two stocking densities. *Aquaculture Research*, 37(2), 172-179, 2006.
- Santiago, C. B., e Aldaba, M. B.** Reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different sex ratios and stocking densities in net enclosures. *Aquaculture*, 234(1-4), 125-134, 2004.
- SENAR.** (2017). Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de Tilápias. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR, Brasília, 90 pag.
- Siddiqui, A.Q., Al-Harbi, A.H.** Effects of sex ratio, stocking density and age of hybrid tilapia on seed production in concrete tanks in Saudi Arabia. *Aquaculture International* 5(3), 207-216, 1997.
- TEAM, R. Core.** RA language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical. Computing, 2019.
- Turra, E. M. Et Al.** Uso de medidas morfométricas no melhoramento genético do rendimento de filé da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 34, n. 1, p. 29-36, Janeiro/Março, 2010.
- Yoshida, G. M.** Avaliação genética e de efeitos ambientais em características reprodutivas de tilápia do Nilo. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Zootecnia, UEM, Maringá, PR, 2014.