

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE GORDURA VISCERAL,
VELOCIDADE DE CRESCIMENTO E RENDIMENTOS DE
CORTE COMERCIAIS EM TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis
niloticus*)

Autor: Carolina Schlotefeldt
Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2022

ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE GORDURA VISCERAL,
VELOCIDADE DE CRESCIMENTO E RENDIMENTOS DE
CORTE COMERCIAIS EM TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis
niloticus*)

Autor: Carolina Schlotefeldt
Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

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

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE GORDURA VISCERAL,
VELOCIDADE DE CRESCIMENTO E RENDIMENTOS
DE CORTE COMERCIAIS EM TILÁPIA DO
NILO (*Oreochromis niloticus*)

Autora: Carolina Schlotefeldt
Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 30 de março de 2022.

Prof.ª Dr.ª Sheila Tavares
Nascimento

Prof. Dr. Paulo Rodinei Soares
Lopes

Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira
Orientador

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

S345a	<p>Schlotefeldt, Carolina</p> <p>Associação genética entre gordura visceral, velocidade de crescimento e rendimentos de corte comerciais em tilápia do nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) / Carolina Schlotefeldt. -- Maringá, PR, 2022. ix, 27 f.: il., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2022.</p> <p>1. Aquicultura. 2. Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) - Melhoramento genético. 3. Gordura visceral - Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>). 4. Velocidade de crescimento - Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>). 5. Herdabilidade - Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>). I. Oliveira, Carlos Antonio Lopes de, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 639.37</p>
-------	--

“A sabedoria e a ignorância se transmite como doenças; daí a necessidade de se saber escolher as companhias”.

(William Shakespeare)

Aos meus pais, Carla Spohr Schlotefeldt e Pedro Vanderlei Batista Schlotefeldt, pela confiança, amor, dedicação e contribuição para que eu nunca deixasse de realizar meus sonhos.

Ao meu irmão. João Pedro, pela compreensão, amor e amizade.

Aos meus familiares e amigos que sempre estiveram ao meu lado, torcendo por mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pelas bênçãos concedidas.

Aos meus queridos pais, Carla e Pedro, por todo o amor e dedicação, tanto comigo e com meu irmão, sempre colocando nossos sonhos em primeiro lugar, fazendo de tudo para que possamos realizá-los, muito obrigada.

Ao meu orientador e professor Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira, obrigada pela dedicação, conversas e amizade e paciência, muito obrigada por todos os ensinamentos em melhoramento genético, obrigada de coração por tudo!

Ao professor, Dr. Ricardo Pereira Ribeiro, pelo suporte para o desenvolvimento desde trabalho e de todos os outros desenvolvidos no PeixeGen. Obrigada pela oportunidade e confiança, agradeço todo o aprendizado e desenvolvimento profissional!

Aos meus queridos amigos de pós-graduação, pela amizade, ensinamentos e por tornarem os dias mais alegres, Alex Junio, Bruno Pires, Eric Campos, Elisângela De Cesaro, Flávia Lavach, Gisele Ferreira, Karla Tsujii, Luiz Fernando de Souza, Simone Siemer, Satia Bomfim, muito obrigada por tudo. Aos estagiários Giovana Oliveira, Gabriel Oliveira, Aline de Oliveira, Pedro Milani, Maria Alice e Felipe. Aos funcionários, Vitão, Cleiton, e Zé Geraldo, obrigada por todos os ensinamentos e dias compartilhados na Codapar!!

A SETI paraná, pela bolsa de estudos no Projeto “O estímulo à produção de peixes como fonte de transformação social na região noroeste do paraná”.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em especial a Solange Iung.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da UEM, pelos ensinamentos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste

trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

CAROLINA SCHLOTEFELDT, filha de Carla Spohr Schlotefeldt e Pedro Vanderlei Batista Schlotefeldt, nasceu em Caibaté, Rio Grande do Sul, no dia 17 de fevereiro de 1995.

Em dezembro de 2019, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal do Pampa- Campus Dom Pedrito/RS.

Em março de 2020, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá.

Em fevereiro de 2022, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUÇÃO	1
1.1 Panorama da aquicultura internacional e nacional.....	1
1.2 Melhoramento genético de tilápias.....	2
1.3 Gordura visceral.....	3
1.4 REFERÊNCIAS.....	5
II OBJETIVOS	8
Resumo.....	9
<u>1.</u> Introdução	10
<u>2.</u> Material e Métodos	11
<u>2.1</u> Origem dos animais	11
<u>2.2</u> Características coletadas	12
<u>2.3</u> Análise estatística.....	13
<u>3.</u> Resultados	13
3.1 Estatística descritiva	13
3.2 Parâmetros genéticos	14
<u>4.</u> Discussão	15
<u>5.</u> Conclusão.....	17
Referências Bibliográficas.....	18

RESUMO

Nos programas de melhoramento genético de tilápias; os objetivos de seleção estão fortemente associados à velocidade de crescimento, porém; com o crescimento do cultivo e aumento da demanda, aspectos relacionados com resistência a patógenos e rendimentos de cortes comerciais, têm sido incorporados aos critérios de seleção. As informações de rendimentos de cortes comerciais estão relacionadas com o peso corporal, peso de vísceras e de gordura visceral, este último, em algumas situações, indica o desbalanceamento da dieta e ao uso ineficiente de nutrientes. Diante disso, o objetivo do trabalho foi estimar parâmetros genéticos e medidas de associação genética entre o peso corporal, rendimento de filé e os percentuais de gordura visceral e de vísceras em tilápias do Nilo. Foram utilizados 1135 animais provenientes da 11^a geração do programa de melhoramento genético da Universidade Estadual de Maringá (TILÁMAX/UEM) avaliados em tanques rede. Foram utilizados métodos Bayesianos para a estimação dos parâmetros genéticos implementados nos programas GIBBS1F90 E POSTGIBBSF90 da família BLUPF90. As estimativas de herdabilidade para peso corporal, rendimento de file, percentual de gordura visceral e percentual de vísceras foram respectivamente 0.30; 0.533; 0.509 e 0.11. Observou-se que as correlações genéticas entre peso corporal (PC) e Rendimento de Filé (RF) (-0,42), PC e % Vísceras (VIS) (-0,08) não foram significativas, porém, verificou-se associação genética moderada e antagônica (-0.35) entre peso corporal e percentual de gordura visceral. A associação genética entre RF e %Gordura Visceral (GV) (-0,08), RF e % VIS (-0,02) e %GV e %VIS (0,09) também não foram, estatisticamente, diferentes de zero. Os valores de correlação encontrados apontaram que a seleção para aumento da velocidade de crescimento não apresentou resposta correlacionada no rendimento de filé e percentual de vísceras, porém, a correlação genética negativa entre peso corporal e percentual de gordura visceral, indicou a existência de resposta correlacionada no percentual de gordura visceral em animais selecionados para velocidade de crescimento.

Palavras-chave: Correlação genética, gordura visceral, herdabilidade, velocidade de crescimento.

ABSTRACT

In the genetic improvement programs of tilapia, the selection goals are strongly associated with the speed of growth, but with the growth of the culture and the increase in demand, aspects related to pathogen resistance and yields of commercial cuts have been incorporated into the selection criteria. The information on the yield of commercial cuts is related to body weight, visceral fat and visceral viscera weight, the latter in some situations indicates the unbalance of the diet and the inefficient use of nutrients. Therefore, the objective of this study was to estimate genetic parameters and measures of genetic association for body weight, fillet yield, visceral fat percentage and visceral fat percentage in Nile tilapia. A total of 1135 animals from the 11th generation of the genetic improvement program of the State University of Maringá (TILÁMAX/UEM) evaluated in net pens were used. Heritability estimates for body weight, fillet yield, visceral fat percentage and viscera percentage were respectively 0.30, 0.533, 0.509 and 0.11. It was observed that the genetic correlations between BW and RF (-0.42), BW and %VIS (-0.08) were not significant, however a moderate and antagonistic genetic association (-0.35) was found between body weight and visceral fat percentage. The genetic association between RF and %GV (-0.08), RF and %VIS (-0.02), and %GV and %VIS (0.09) were also not statistically different from zero. The correlation values found indicated that the selection for increasing the growth rate did not show a correlated response in the filet yield and visceral fat percentage, but negative genetic correlation between body weight and visceral fat percentage, indicated the existence of a correlated response in visceral fat percentage in animals selected for growth rate.

I. INTRODUÇÃO

1.1 Panorama da aquicultura internacional e nacional

Estima-se que a produção aquícola deverá aumentar para 204 milhões de toneladas em 2030, aumento de 15% em relação ao ano de 2018 (FAO, 2020). A produção aquícola atingiu 54,3 milhões de toneladas em 2018. Aliado ao aumento da produção, há um incremento no consumo global, que aumentou de 9,0 kg em 1961 para 20,5 kg em 2018, pela maior oferta de produtos relacionados à aquicultura. Este aumento está relacionado à mudança do perfil consumidor que está buscando proteínas mais saudáveis (ricas em ômega) (FAO, 2020).

No Brasil, segundo dados da Associação Brasileira de Piscicultura (PEIXEBR, 2022), a piscicultura brasileira teve crescimento de 4,7% no ano de 2021 se comparado ao ano anterior, totalizando 802.930 toneladas de peixes produzidos. Os motivos para o aumento é a maior apreciação da espécie pelo mercado consumidor e também a expansão para outras regiões do país como o norte.

A tilápia foi destaque com produção de 534.005 toneladas, representando 63,5% da produção total. (PEIXEBR, 2021). A região Sul do Brasil lidera a produção de tilápia (44%) sendo que o estado do Paraná é o maior produtor de tilápia no Brasil (166.000 toneladas) (PEIXEBR, 2021).

O resultado positivo da tilápia é atribuível, a fatores relacionados com o cultivo, como a tolerância a baixas concentrações de oxigênio dissolvido, a altas concentrações de amônia, ao hábito alimentar onívoro, e fatores relativos à qualidade de carne (WATANABE et al. 2002). Atualizar a referência

1.2 Melhoramento genético de tilápias

Na maioria dos programas de melhoramento genético de peixes, a velocidade de crescimento que é medida por meio do peso corporal é o principal critério de seleção utilizado. A seleção para esta característica tem apresentado resultados positivos. Oliveira et al. (2015) observaram que, em cinco anos de avaliação genética em um programa de melhoramento genético de tilápia do nilo, obteve-se ganhos de 3,8% por geração para ganho de peso com acúmulo de 15% em quatro gerações.

Nos últimos anos, os programas de melhoramento genético de tilápias têm possibilitado a surgimento e disponibilização de diversas linhagens melhoradas para cadeia produtiva da tilapicultura, tais como: Tilápia Tailandesa ou Chitralada (*Asian Institute of Technology*); Supreme Tilapia ou Supreme Tilapia AQUABEL (GENOMAR); *Genetic Improved Farmed Tilapia – GIFT (World Fish Center)*; *Genetically Male Tilapia – GMT®* e *Red Tilapia – GMT® (Fishgen)*; Silver Tilapia GMT® – (*Fishgen e a Santa Isabel*); *Genetically Improved Abbassa Nile Tilapia – GIANT (World Fish)*; UFLA (Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil); UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais) e mais recentemente as variedades Tilamax e Tilamax-RED (Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil) (SCHLOTEFELDT, et al, 2021).

- Tailandesa (Chitralada): Variedade desenvolvida no Japão e melhorada no Palácio Real de Chitralada, na Tailândia, introduzida no Brasil em 1996 a partir de juvenis doados pelo *Asian Institute of Technology (AIT)* (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

- GenoMar Supreme (GST): Variedade resultante do programa de melhoramento genético de tilápias da empresa Norueguesa – GENOMAR, introduzida no Brasil pela piscicultura Aquabel, tendo como critério inicial a taxa de crescimento e, a partir da 17ª geração, incluíram as características rendimento de filé, robustez e resistência a doenças específicas (RESENDE et al., 2010; JOSHI et al, 2021).

- GIFT (Genetically Improved Farmed Tilápia): Originária da Malásia, desenvolvida inicialmente pelo ICLARM (International Center for Living Aquatic Resources Management), posterior WorldFish Center, e envolveu oito diferentes variedades de tilápias sendo que quatro foram capturadas na natureza, no Egito, Gana, Quênia e Senegal (1988 e 1989) e as quatro restante foram variedades que já estavam

sendo utilizadas no sistema de produção, provenientes de Singapura, Tailândia, Taiwan e Israel (RESENDE et al., 2010).

- UFLA (Universidade Federal de Lavras): Originada da doação de 2000 alevinos de tilápia nilótica pela Faculdade de Agricultura e Ciências Veterinárias da UNESP em 1977. Objetivo de seleção massal para ganho em peso e forma do corpo e tem por características marcantes a textura firme do seu filé e o contínuo consumo de ração em baixas temperaturas (DIAS, 2014).

- UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais): A taxa de crescimento é o principal objetivo de seleção, sendo a seleção massal, o principal método. As herdabilidades para peso corporal neste programa são de aproximadamente 0,50 e para rendimento de filé e variam de moderadas a altas (0,32 – 0,52) (FERNANDES, 2014; TURRA, 2010).

- UEM (Universidade Estadual de Maringá- Tilámax): A variedade GIFT foi introduzida em 2005 por meio de um acordo entre o World Fish Center e a Universidade Estadual de Maringá, com apoio da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP-PR). Foram recebidas 30 famílias GIFT com 20 indivíduos por família e, então, deu-se início ao programa de melhoramento genético, que atualmente está avaliando animais da 13ª geração de seleção (LUPCHINSKI, 2008).

No programa de melhoramento genético de tilápias do Nilo da UEM, o critério de seleção inicial foi o peso corporal sendo substituído pelo ganho em peso diário de 2009 a 2019, quando os animais passaram a ser selecionados, novamente, pelo peso corporal. Yoshida et al. 2021 mostraram que o programa de melhoramento genético conduzido pela Universidade Estadual de Maringá obteve ganhos médios em ganho de peso cerca de 3,3% por geração e um ganho acumulado de 33% no período de 2007 a 2017 e o coeficiente de endogamia médio de 1.25% e a herdabilidade estimada foi considerada de moderada a alta (0,20 a 0,33).

Estes resultados ratificam o efeito positivo do uso de animais melhorados no processo de produção e o quão importante é a difusão dos materiais genéticos de qualidade na cadeia produtiva da tilápia (MARÇAL, 2017; SCHLOTEFELDT et. al, 2021).

1.3 Gordura visceral

As tilápias (*Oreochromis niloticus*) aproveitam carboidratos e gorduras como

fonte de energia direcionando o uso da proteína das rações para o crescimento. Entretanto, um possível desequilíbrio no balanço energia digestível/proteína (ED/PB) influenciaria na composição corporal de gordura, resultando na excessiva deposição de gordura visceral, reduzindo o rendimento da carcaça no processamento (KUBITZA, 1999).

Grande parte do excesso de gordura em peixes é depositada na cavidade celomática, o que resulta em perda do rendimento das partes comestíveis e menor rendimento no processamento final do peixe (FERNANDES, 2010).

O acúmulo de gordura visceral nos peixes, na maioria das vezes, está relacionado com a qualidade das rações, principalmente em relação aos níveis energéticos e ao desbalanceamento de aminoácidos essenciais presentes/inclusos nos alimentos, podendo gerar como consequência, peixes demasiadamente gordos. Todavia, é no manejo da alimentação a causa mais comum do acúmulo de gordura corporal, pois os animais podem ser alimentados em excesso, mesmo tendo a ração balanceada e acabam acumulando grande quantidade de gordura e a mesma tem maior acúmulo nas vísceras onde não são aproveitadas pelo animal, fazendo que a conversão alimentar não seja tão eficiente como é esperado (KUBITZA, 2006).

Os trabalhos encontrados na literatura, avaliando percentuais de gordura visceral, foram relacionados à inclusão de óleos, aminoácidos essenciais como os descritos por Godoy (2015) e Furuya (2006).

Godoy (2015) utilizou óleo de soja na nutrição de tilápia do Nilo na fase de terminação, e os resultados encontrados indicaram que as dietas com 2 e 4,5% da inclusão de óleo de soja, resultaram em menor índice de gordura visceral. Furuya (2006), avaliando as exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia do Nilo, não observou diferença entre os diferentes tratamentos para o índice/percentual de gordura visceral presente nos animais (citar os tratamentos 1,04; 1,27).

Há outros trabalhos tratando de aspectos nutricionais e gordura visceral em outras espécies, como Tambaqui (*Colossoma macropomum*) (MIRANDA, et al. 2009) e Jundiá (*Rhamdia quelen*) (FREITAS, et al. 2011).

Contudo, na literatura científica não foram encontrados trabalhos que abordassem a gordura visceral sob aspecto de melhoramento genético, utilizando esta característica como critério de seleção, ou mesmo estimando a associação genética desta com outras características de desempenho. Dessa forma, são inexistentes informações de parâmetros genéticos e componentes de variância de gordura visceral em tilápias do Nilo

e tampouco a associação desta variável com outros critérios de seleção.

1.4 REFERÊNCIAS

DIAS, M.A.D. **Caracterização genética do hormônio do crescimento em variedades de tilápias utilizando marcadores microssatélites**. 2014.137 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

FAO (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 - sustainability in action. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**.

FERNANDES, T.R.C; DORIA, C.R.C; MENEZES, J.T.B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do Tambaqui (*colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 36(1): 45 – 52, 2010.

FERNANDES, A.F.A. **Parâmetros genéticos para peso corporal, rendimento de carcaça e características morfométricas em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes idades padrão**. DISSERTAÇÃO- Universidade Federal de Minas Gerais p. 1-44, 2014.

FURUYA, W.M; SANTOS, V.G.; SILVA, L.C.R; FURUYA, V.R.B; SAKAGUTIL, E.S. Exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia-do **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.937-942, 2006(supl.) <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000400001>.

FREITAS, J.M.A; SARY, C; LUCHESI, J.D; FEIDEN, A; BOSCOLO, W.R. Proteína e energia na dieta de jundiás criados em tanques- rede. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.12, p.2628-2633, 2011.

GODOY, A.C. **Óleo de soja na nutrição de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação**. DISSERTAÇÃO - Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE p.1-54, 2015.

GJEDREM, T.; BARANSKI, M. Selective Breeding in Aquaculture: **An Introduction**. [s.l: s.n.] v. 10, 2009.

JOSHI, R; SKAARUD, A; MARIUSSEN, A.V. 30 anos de programas de melhoramento genético de tilápia: uma contribuição essencial para uma indústria sustentável e lucrativa. **Panor. Aqui.**, 2021.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de tilápias- Parte 1. **Panor. aquic.** 1999;9(52):43-46.

KUBITZA, F. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Panor. Aquic.** Ed. 98, 2006.

LUPCHINSKI J.R.E; VARGAS, L; POVH, J.A; RIBEIRO, R.P; MANGOLIM, C.A; LOPERABARRERO, NM. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. **Acta Scientiarum. Animal**

Science, v.30, n.2, p. 233-240, 2008.

MIRANDA, E.C.; GUIMARÃES, I.G.; CABRAL JUNIOR, C.R.; PINHEIRO, D.M. Desempenho produtivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentado com farinha de vagem de algaroba em substituição ao milho. **Pubvet**, Londrina, v. 3, n. 2, p. 1-19, jan. 2009.

MITRA J (2001). Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Science*, 80(6): 758-763.

OLIVEIRA, C. A. L., YOSHIDA, G. M., OLIVEIRA, S. N., KUNITA, N. M., SANTOS, A. I., FILHO, L. A., & RIBEIRO, R. P. (2015). Avaliação genética de tilápias do Nilo durante cinco anos de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(10), 871–877. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015001000002>

PEIXEBR, 2020. Anuário 2020. PeixeBR da piscicultura. São Paulo. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>

PEIXEBR. 2021. Anuário 2021 PeixeBr da piscicultura. São Paulo. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>.

PEIXEBR, 2022. Anuário 2022 PeixeBr da piscicultura. São Paulo. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>

RESENDE, E.K.de; OLIVEIRA, C.A.L. de; LEGAT, A.P; RIBEIRO, R.P. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. **In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL**, 8, 2010, Maringá. Anais. Maringá: SBMA, 2010.

SCHLOTEFELDT, C; BOMFIM, S.C; DE CESARO, E; OLIVEIRA, G.G; SIEMER, S; OLIVEIRA, C.A.L; RIBEIRO, R.P. A importância do melhoramento genético de tilápia na produção de alimentos. **Tópicos em ciência dos alimentos** [livro eletrônico] : volume II p. 41-54, 2021.

TURRA, E. M (2010). **Estudos genéticos longitudinais de peso, rendimento de filé e medidas morfométricas em tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. TESE – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG p. 1-62.

WATANABE, W.O; LOSORDO, T.M; FITZSIMMONS, K; HANLEY, F. Tilapia Production systems in the americas: technological advances, trends, and challenges. **Reviews in Fisheries Science**, v.10, p.465-498, 2002.

YOSHIDA, G. M. et al. Associação entre características de desempenho de tilápia-do-nilo ao longo do período de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 816–824, 2013.

YOSHIDA, G.M; OLIVEIRA, C.A.L; CAMPOS, E.C; TODESCO, H; ARAÚJO, F.C.T; KARIN, H.M; ZARDIN, A.M.S.O; JÚNIOR, J.S.B; FILHO, L.A; VARGAS, L;

RIBEIRO, R.P. A breeding program for Nile tilapia in Brazil: Results from nine generations of selection to increase the growth rate in cages. **Journal of animal breeding and genetics**. p.1-9 2021. DOI: 10.1111/jbg.12650

ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004 TILAPICULTURA INTENSIVA
Watanabe WO, Losordo TM, Fitzsimmons K, Hanley F (2002) Tilapia Production Systems in the Americas: Technological Advances, Trends, and Challenges. **Rev Fish Sci** 10:465–498. doi: 10.1080/2002649105175

II OBJETIVOS

Estimar as associações existentes entre peso corporal, rendimento de filé, percentual de vísceras e percentual de gordura visceral de tilápias do Nilo, bem como avaliar se há variação nos percentuais de vísceras e gordura visceral e quanto desta variação é de ordem genética herdável considerando informações coletadas num programa de melhoramento genético de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

III Associação genética entre gordura visceral, velocidade de crescimento e rendimentos de cortes comerciais em tilápia do Nilo

Genetic association between visceral fat, growth rate and fillet yield in Nile tilapia

Resumo

A informação de percentual de gordura visceral dentro de um programa de melhoramento genético não é utilizada como critério de seleção e tampouco se conhece as associações genéticas entre esta característica e características de carcaça ou velocidade de crescimento. Os objetivos deste trabalho foi avaliar a associação genética entre gordura visceral, taxa de crescimento e rendimentos de cortes comerciais em Tilápia do Nilo. O conjunto de dados incluía 1135 informações para peso corporal, rendimento de filé, percentual de gordura visceral e percentual de vísceras. Foram utilizados métodos Bayesianos para a estimação dos parâmetros genéticos implementados nos programas GIBBS1F90 E POSTGIBBSF90 da família BLUPF90. As estimativas de herdabilidade para os parâmetros avaliados PC, RF, %GV, e %VIS foram de 0,30; 0,53; 0,50 e 0,11 respectivamente. As correlações genéticas entre PC e RF (-0,42), entre RF e %GV (-0,08), RF e %VIS (-0,02) e %GV e %VIS (0,09) não foram significativas e entre PC e %GV esta apresentou a correlação genética negativa, porém fraca (-0,35). A partir deste resultado, podemos concluir que é possível selecionar indivíduos para velocidade de crescimento e redução do percentual de gordura visceral e futuramente pode ser considerado como critério de seleção dentro de um programa de melhoramento genético.

Palavras-chave: Correlação genética, gordura visceral, herdabilidade, velocidade de crescimento.

III Genetic association between visceral fat, growth rate and fillet yield in Nile tilapia

ABSTRACT

The information of visceral fat percentage within a breeding program is not used as a selection criterion and the genetic associations between this trait and carcass characteristics or growth rate are not known. The objectives of this study were to evaluate

the genetic association between visceral fat, growth rate and yield of commercial cuts in Nile Tilapia. The data set included 1135 information for body weight, fillet yield, visceral fat percentage and viscera percentage. Bayesian methods were used for the estimation of genetic parameters implemented in GIBBS1F90 AND POSTGIBBSF90 programs of the BLUPF90 family. Heritability estimates for the evaluated parameters CP, RF, %GV, and %VIS were 0.30; 0.53; 0.50 and 0.11 respectively. The genetic correlations between CP and RF (-0.42), between RF and %GV (-0.08), RF and %VIS (-0.02) and %GV and %VIS (0.09) were not significant and between CP and %GV the genetic correlation was negative but weak (-0.35). From this result we can conclude that it is possible to select individuals for speed of growth and reduction of visceral fat percentage and in the future can be considered as a selection criterion within a breeding program.

KEYWORDS: Genetic correlation, visceral fat, heritability, growth velocity.

1. Introdução

A aquicultura foi um dos setores do agronegócio que mais expandiu nas últimas décadas, estima-se que até 2030 a produção seja de 204 milhões de toneladas (FAO, 2020), resultando num incremento de 46% em relação ao início do século XXI.

Dentre as espécies de importância comercial, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ocupa a terceira posição com 4,5 milhões de toneladas produzidas (FAO, 2020). No Brasil, a tilápia destacou-se na produção no ano de 2021, 534.005 toneladas, representando 63,5% da produção aquícola brasileira (PeixeBR, 2021).

Uma parte deste aumento deve-se ao trabalho dos programas de melhoramento genético de peixes que selecionam, multiplicam e disseminam indivíduos com alta velocidade de crescimento. Os programas utilizam o peso corporal e/ou ganho de peso diário como critérios de seleção, aumentando a taxa de crescimento e reduzindo a idade ao abate (Oliveira et al, 2016).

No entanto, outras características poderão ser incluídas às existentes para seleção dos indivíduos/ famílias dentro de um programa de melhoramento genético. Características relacionadas ao rendimento de cortes comerciais e resistência a patógenos têm sido utilizados em programas de seleção de tilapias, contudo, ainda persiste a

deficiência da avaliação de eficiência alimentar, principalmente por ser uma característica de difícil mensuração.

Considerando isto, a medição indireta da eficiência alimentar pode ser uma alternativa, dessa forma, a estimação dos percentuais de gordura visceral e de vísceras pode ser uma alternativa. Além disso, estimação das correlações destas características com características das relacionadas à velocidade de crescimento e rendimento de cortes comerciais podem apontar a existência ou não de respostas correlacionadas.

Dessa forma, se pretende neste estudo estimar as associações existentes entre peso corporal, rendimento de filé, percentual de vísceras e percentual de gordura visceral de tilápias do Nilo, bem como avaliar se há variação nos percentuais de vísceras e gordura visceral e quanto desta variação é de ordem genética herdável considerando informações coletadas num programa de melhoramento genético de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2. Material e Métodos

2.1 Origem dos animais

Todos os procedimentos realizados neste trabalho foram avaliados e aprovados pelo comitê de Ética da universidade (Protocolo: 322990121).

O presente estudo utilizou informações de 1135 animais da 11^a geração do programa de melhoramento genético da Universidade Estadual de Maringá (TILAMAX-UEM). O pedigree continha informações de 1502 animais nascidos entre 2016 e 2019. Os animais avaliados neste trabalho foram resultado dos acasalamentos de 274 fêmeas e 259 machos selecionados para formar a 11^a geração.

A reprodução dos peixes (formação dos casais, coleta de ovos), incubação, larvicultura, alevinagem até a identificação individual aconteceu na Estação Experimental de Piscicultura da UEM, localizada em Floriano, Paraná, Brasil (23°31'08.3"S 52°02'20.5"W). O período de reprodução realizou-se nos meses de novembro e dezembro de 2019, os acasalamentos de 48 machos e 75 fêmeas, formaram 75 famílias.

Após o período da incubação, as larvas foram transferidas para hapas de crescimento exclusiva para cada família. Ao atingirem cerca de 5 gramas de peso vivo os animais foram identificados individualmente por meio de microchip inserido na cavidade

celomática, e este procedimento foi realizado após a sedação do animal, utilizando Eugenol (184,26 mg/L) (Vidal et al., 2008) (cessação dos movimentos operculares).

Uma semana após identificação, os animais foram transferidos para tanques rede de 6 metros cúbicos, na Unidade Demonstrativa de Tanques-rede no município de Diamante do Norte – PR (22°39'21" S e 52°51'36" W) sendo cultivados por aproximadamente 300 dias, de abril de 2020 a fevereiro de 2021, quando foram abatidos.

2.2 Características coletadas

Ao final do período de cultivo, foi realizada a medição das características: peso corporal(P), peso do filé (PF), rendimento de filé (RF), peso das vísceras (PV) e da gordura visceral (GV). A pesagem dos animais, dos filés, vísceras e da gordura visceral foi realizada utilizando balança modelo PRIX /0,1g.

Antes do abate, os animais foram privados de alimento por 24h, para a esvaziamento do trato gastrointestinal. Os animais foram anestesiados com eugenol (184,26 mg/L) (Vidal et al., 2008) até a completa perda dos sentidos (cessação dos movimentos operculares). Após a insensibilização por meio choque- térmico (caixas isotérmicas com gelo moído e água [1:1]), os animais foram abatidos por meio de sangria.

Para avaliar o rendimento de filé, os filés foram retirados por uma pessoa treinada. Os filés de ambos os lados de cada peixe foram enxaguados, secos e pesados em balança de precisão (0,1 gramas). O rendimento de filé (RF) foi obtido pela razão do peso do filé e peso corporal.

$$RF = \left(\frac{\text{Peso do filé}}{\text{Peso final do animal}} \right) * 100$$

A gordura visceral foi medida após a separação, embalagem e congelamento das vísceras de cada animal. O procedimento consiste em separar manualmente a gordura (que possui colocação esbranquiçada) das vísceras. As vísceras e a gordura eram pesadas separadamente, gerando a informação para cada animal. A obtenção do percentual de gordura visceral (GV) em relação ao peso corporal foi calculada por meio de:

$$GV = \left(\frac{\text{Peso da GV}}{\text{Peso final do animal}} \right) * 100$$

O percentual de vísceras em relação ao peso corporal foi calculado pela por meio

de:

$$Vis = \left(\frac{\text{Peso da víscera}}{\text{Peso final do animal}} \right) * 100$$

2.3 Análise estatística

Foram estimados os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos (herdabilidade e correlação genética), utilizando o modelo bi-característico definido como:

$$\begin{bmatrix} y_i \\ y_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_i & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & X_j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_i \\ b_j \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_i & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & Z_j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_i \\ a_j \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_i \\ e_j \end{bmatrix}$$

y_i e y_j = vetores de observações das características i e j ;

b = vetor de efeitos sistemáticos para a i -ésima e j -ésima características;

a = vetor de efeitos genéticos aditivos para a i -ésima j -ésima características;

e = vetor de efeitos residuais para a i -ésima e j -ésima características;

X e Z são matrizes de relacionamento dos efeitos de ambientais identificáveis e genéticos aditivos com a i -ésima e j -ésima características, respectivamente (Mrode & Thompson, 2005).

Foram utilizados métodos Bayesianos, utilizando os programas GIBBS1F90 E POSTGIBBSF90 da família BLUPF90 (Mitzal et al., 2016). O diagnóstico de convergência foi verificado pelo pacote CODA (Plummer et al., 2006) implementado na linguagem de programação R (R Development Core Team, 2011). Nas análises uni e bicaráter, foram utilizados 3.000.000 de interações iniciais com queima de 300.000 (intervalo de 10%) e retirada a cada 50 ciclos.

3. Resultados

3.1 Estatística descritiva

Os valores médios do peso corporal médio, rendimento de filé, percentual de gordura visceral e de vísceras foram, 1092,78 g, 33% ,4% e 3%, respectivamente. O percentual de gordura visceral, apresentou valores que oscilaram entre 4% e 11%,

enquanto o valor máximo do percentual de vísceras foi de 10% (Tabela 1).

Os modelos estatísticos apontam diferença significativa entre os sexos peso corporal; GV e VIS (Tabela 1). Nisto, observou-se que os machos apresentaram maior peso corporal e percentual de vísceras que as fêmeas. (Valor de p)

TABELA 1- Média, desvio padrão entre parênteses e valores mínimos e máximos para as características avaliadas de machos e fêmeas

Tratamento	Machos	Fêmeas	Total
n	610	525	1135
PC (g)	1299,78(352,10) 320 - 2290	851(170,73) 360 - 1670	1092,78(346,46) 320 - 2290
RF (%)	33(2) 15 - 45	33(2) 22 - 49	33(2) 15 - 49
GV(%)	4,4 ^b (1) 4 - 10	4,6 ^a (1) 5 - 11	4,5(1) 4 - 11
VIS(%)	3,8 ^a (1) 4-10	3,6 ^b (1) 6 - 10	3,7(1) 4 - 10

Abreviação: PC, peso corporal; RF, rendimento de filé; GV, percentual de gordura visceral; VIS, percentual de víscera

3.2 Parâmetros genéticos

As estimativas de herdabilidade variaram de 0,11 a 0,53 para as características avaliadas. A herdabilidade para percentual de gordura visceral foi de 0,51 (Tabela 2).

TABELA 2- Estimativa da média posterior, desvio padrão (sobrescrito), e intervalos de credibilidade de 95% (entre parênteses) de componentes de variância e parâmetros genéticos para peso, rendimento do filé, percentual de gordura visceral, percentual de vísceras para a tilápia do Nilo

Variáveis	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p	h^2
PC	16700 ⁴⁴³² (9527- 26,760)	39450 ³²⁷⁷ (32.810- 45,690)	56150 ³⁰³⁸ (50,660- 62,620)	0,30 ^{0,07} (0,18- 0,44)
RF	0,0004 ^{0,0001} (0,001- 0,0007)	0,003 ^{0,0001} (0,0000- 0,0005)	0,007 ^{0,0000} (0,0005- 0,0009)	0,533 ^{0,19} (0,171- 0,090)
GV	0,00012 ^{0,0000} (0,00007- 0,00018)	0,00011 ^{0,0000} (0,000 08- 0,0001)	0,0002 ^{0,0000} (0,00021- 0,00027)	0,509 ^{0,09} (0,35- 0,69)
VIS	0,00001 ^{0,0000} (0,000004- 0,00002)	0,00011 ^{0,0000} (0,00010- 0,00012)	0,00012 ^{0,0000} (0,00011- 0,00014)	0,11 ^{0,04} (0,04- 0,21)

Abreviação: σ^2_a variância genética aditiva; σ^2_e , variância residual; σ^2_p , variância fenotípica; h^2 , herdabilidade; PC, peso corporal; RF, rendimento de filé; GV, percentual

de gordura visceral; VIS, percentual de víscera.

As médias posteriores da correlação genética variaram de -0.424 a 0.09, contudo apenas a correlação genética entre peso corporal e percentual de gordura visceral foi significativa (- 0,35) (Tabela 3).

TABELA 3- Estimativa da média posterior, desvio padrão posterior (sobrescrito), e intervalos de credibilidade de 95% (entre parênteses) para correlações genéticas (abaixo da diagonal) e fenotípicas (acima da diagonal) entre peso, rendimento do filé, gordura visceral, percentagem de vísceras de tilápia do Nilo

Variáveis	PC	RF	GV	VIS
PC	---	-0,083 ^{0,09} (-0,26 - 0,09)	0,06 ^{0,04} (-0,02 - 0,15)	-0,01 ^{0,04} (-0,08 - 0,06)
RF	-0,424 ^{0,38} (-0,99 - 0,42)	---	0,14 ^{0,09} (-0,04 - 0,319)	-0,07 ^{0,10} (-0,26 - 0,11)
GV	-0,359 ^{0,16} (-0,66 - 0,02)	-0,08 ^{0,35} (-0,80 - 0,562)	---	-0,277 ^{0,04} (-0,35 - 0,20)
VIS	-0,08 ^{0,24} (-0,54 - 0,38)	-0,02 ^{0,59} (-0,98 - 0,98)	0,09 ^{0,24} (-0,35 - 0,56)	---

Abreviação: PC, peso corporal; RF, rendimento de filé; GV, percentual de gordura visceral; VIS, percentual de víscera.

4. Discussão

Ao que foi constatado, este é o primeiro artigo em que foi abordado o percentual de gordura visceral e percentual de vísceras no contexto de um programa de melhoramento genético, avaliando herdabilidade para as características e correlações genéticas com outras características mais comumente utilizadas como critério de seleção.

Para a característica de percentual de gordura visceral, os valores foram semelhantes ao encontrado por Graciano et al, 2010 (valores e porque) e diferem do encontrado por Furuya et al (2006) que ao avaliarem dietas com adição de diferentes níveis de lisina, encontraram valores médios do índice gordura visceral de 0,40 %.

As diferenças entre sexos observadas para % gordura visceral estão relacionadas como as fêmeas têm maior necessidade de reserva de gordura para estação reprodutiva, período no qual fêmea incuba os ovos na boca, reduzindo a ingestão de alimentos.

As diferenças nas médias de peso e % de vísceras apontaram que o macho tem

maior peso e maior % vísceras que as fêmeas, concordando com os resultados encontrados por Rutten et al, (2005), onde os machos com média de 300 dias apresentavam quase o dobro do peso das fêmeas. Já para rendimento de filé, não foi observada diferença significativa entre os sexos. Silva et al, (2009) encontrou resultados superiores para % de vísceras em tilápia do Nilo. Os mesmos diferem dos valores médios encontrados neste trabalho.

De acordo com Rios (2002), em peixes teleósteos, o estoque de reservas energéticas durante o período onde a alimentação é abundante, encontrando-se no fígado e na forma de gordura visceral, e que o excesso de lipídeos na dieta piora a composição da carcaça, resultando em maior deposição de gordura visceral.

O elevado valor de herdabilidade para a característica gordura visceral (0,509) indica elevada proporção da variabilidade observada como sendo de origem genética aditiva. Ao que sabemos, o presente estudo é o primeiro na abordagem de herdabilidade para percentual de gordura. As demais estimativas variaram de 0.11 para percentual de vísceras a 0.53 para rendimento de filé. A estimativa de herdabilidade para peso corporal apresentou intermediária as demais característica (0,30).

Para a característica peso corporal, o valor de herdabilidade encontrado neste trabalho foi semelhante aos encontrados por Cardoso et al., 2021; Garcia et al., 2017; Bentsen et al., 2012; Nguyen et al., 2010; Turra, 2010. Quanto ao rendimento de filé, a estimativa observada neste trabalho foi superior aos encontrados por Garcia et al., 2017 (0,32); Nguyen et al., 2010 (0,25); Rutten et al., 2005 (0,12).

Entretanto, para percentual de vísceras, os resultados obtidos no presente trabalho diferem-se dos encontrados por Charo- Karisa et al., 2007 que obtiveram estimativa de herdabilidade de 0.03.

As correlações fenotípicas para as características PC x RF, PC x %GV, PC x %VIS, RF x %GV, RF x %VIS e %GV x %VIS foram de - 0,083; 0,06; - 0,01; 0,14; - 0,07; - 0,277 respectivamente, demonstrando pequena associação fenotípica entre as características. E tendo como maior valor o GV e VIS, podendo observar que o valor obtido expressa tendência de correlação fenotípica negativa (- 0,277) indicando que o ambiente favorece um caracter em detrimento do outro.

Não foi observado associação genética entre peso corporal com rendimento de filé (-0.42) e com o percentual de gordura visceral (-0.08) e entre rendimento de filé e os percentuais de vísceras (-0.02) e de gordura visceral (-0.08). Apontando inexistência de

resposta correlacionada para rendimento filé e percentual de vísceras ao selecionar-se para velocidade de crescimento, porém a estimativa da correlação genética entre peso e percentual de gordura visceral, apesar de pequena magnitude (-0,35), indicou que é possível selecionar indivíduos para aumentar a velocidade de crescimento e redução do percentual de gordura visceral.

A correlação genética entre peso corporal e rendimento de filé (-0,42) está de acordo com os encontrados por Garcia et al. (2017) indicando correlação não significativa entre essas características (Tabela 3). Da mesma forma, Nguyen et al. (2010a) observaram ao selecionar uma população para maior ganho de peso não encontraram melhorias no rendimento de filé.

As estimativas das correlações de rendimento de filé com os percentuais de vísceras e de gordura visceral evidenciam a falta de relação linear entre as características, atuando de forma independente entre si, de maneira que é possível por meio de índices de seleção obter respostas otimizadas para as características.

A proximidade de zero das correlações entre as características, indica que é possível encontrar indivíduos classificados como superiores geneticamente para velocidade de crescimento, rendimento de cortes comerciais, com reduzido percentual de vísceras e gordura visceral.

A avaliação do percentual de gordura visceral poderá ser facilitada através de métodos não invasivos para a obtenção destas informações, como a utilização de protocolos ultrassonográficos. O aprimoramento desta técnica facilitaria a medição direta no animal, sem a necessidade de abate. Na literatura, são encontrados alguns estudos envolvendo o uso da ultrassonografia para avaliação de características da carcaça em bagre do canal, *Pangasianodon sp* (BOSWORTH et. al, 2001), surubins, *Pseudoplatystoma spp* (CREPALDI, 2004) e tambaqui, *Colossoma macropomum* (PERAZZA, 2015). Para tilápia do Nilo, CONTE (2011) utilizou a técnica da ultrassonografia para obtenção de medidas morfométricas e, assim, predizer o peso e rendimento de filé. Entretanto, ainda faltam estudos avaliando o uso dessa técnica, em programas de melhoramento genético de tilápia do Nilo.

5. Conclusão

As estimativas de herdabilidades para as características avaliadas no presente estudo variaram de baixa a alta. Contudo, as correlações, em grande maioria, não houve significância. Apenas para peso e percentual de gordura visceral é que a correlação

genética apresentou significância negativa e indicou a existência de resposta no percentual de gordura visceral, em animais selecionados para velocidade de crescimento e a característica tem potencial para ser considerada, futuramente, mais um critério de seleção dentro de um programa de melhoramento genético.

Referências Bibliográficas

BENTSEN, H.B., GJERDE B., NGUYEN N.H., et al (2012). 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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.01.027>

BOSWORTH, B.G., HOLLAND, M.; BRAZIL, B.L. (2001). Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. **Journal of Anima Science**, v.79, n.6, p. 1483-1490, 2001.

CARDOSO, A.J.D.S., OLIVEIRA C.A.L.D., CAMPOS E.C., RIBEIRO R.P., ASSIS G.J.D.F., SILVA F.F.E. (2021). Estimation of genetic parameters for body areas in Nile tilapia measured by digital image analysis. **J Anim. Breed Genet.** 2021; 00:1–8. <https://doi.org/10.1111/jbg.1255>

CONTE, B.D.(2011). **Predição do peso e do rendimento de filé de tilápia do Nilo a partir de medidas ultrassonográficas e morfométricas e validação dos modelos de regressão.** Dissertação- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

CREPALDI D.V.(2004). **Avaliação da técnica de ultra-sonografia como indicador de rendimento de carcaça e biometria em surubim (PSEUDOPLATYSTOMA SPP.),** 2004. 39f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FAO (2020). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020** - sustainability in action. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FERNANDES, A.F.A. (2014). **Parâmetros genéticos para peso corporal, rendimento de carcaça e características morfométricas em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes idades padrão.** DISSERTAÇÃO- Universidade Federal de Minas Gerais p. 1-44.

FURUYA, W. M., SANTOS, V. G. S., SILVA, L. C. R., FURUYA, V. R. B., SAKAGUTIL, E. S. (2006). Exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-nilo, **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.937-942, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000400001>

GARCIA, A. L. S., OLIVEIRA, C. A. L., KARIM, H. M., SARY, C., TODESCO, H., & RIBEIRO, R. P. (2017). Genetic parameters for growth performance, fillet traits, and fat percentage of male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Applied Genetics**, 58, 527–533. <https://doi.org/10.1007/s13353-017-0413-6>

GRACIANO; T. S., NATALI; M. R. M., VIDAL; L. V. O., MICHELATO; M., RIGHETTI; J. S., FURUYA; W. M. (2010). Desempenho e morfologia hepática de juvenis de tilapia-do-nylo alimentados com dietas suplementadas com metionina e colina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.737-743.

CHARO-KARISA, H., BOVENHUIS, H., REZK, M. A., PONZONI, R. W., VAN ARENDONK, J. A. M., & KOMEN, J. (2007). Phenotype and genetic parameters for body measurements, reproductive traits and gut length of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected for growth in low-input earthen ponds. **Aquaculture**, 273(1), 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.09.011>

KUBITZA, F.(1999). Nutrição e alimentação de tilápias- Parte 1. **Panor. aquic.** 1999;9(52):43-46.

KUBITZA, F. (2006). Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Panor. Aquic.** Ed. 98, 2006.

MISZTAL I, TSURUTA S, LOURENCO D, AGUILAR I, LEGARRA A AND VITEZICA Z 2016. Manual for BLUPF90 family of programs. university of Georgia, Athens, USA, 125.

MRODE, RA E THOMPSON, R.(2005). **Linear models fot the prediction of animal breeding values: Second Edition.** 344p. ISBN: 0851990002.

Nguyen N.H., Ponzoni R.W., Abu-Bakar K.R. et al (2010a). Correlated response in fillet weight and yield to selection for increased harvest weight in genetically improved farmed tilapia (GIFT strain), *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture** 305:1–5. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.04.007>

Oliveira, C. A. L., Ribeiro, R. P., Yoshida, G. M., Kunita, N. M., Rizzato, G. S., Oliveira, S. N., Santos, A. I., & 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. **Journal of Applied Genetics**, 57, 487–493. <https://doi.org/10.1007/s13353-016-0338-5>

PEIXEBR. 2021. **Anuário 2021 PeixeBr da piscicultura.** São Paulo. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>.

PERAZZA, C.A., PINAFFI, F.L.V., SILVA, L.A., HILSDORF, A.W.S. (2015). **Evaluation of ultrasound imaging to predict loin eye area in Tambaqui**, Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 41(esp.): 803 – 809.

PONZONI, R.W., AZHAR, H., SAADIAH, T., NORHIDAYAT, K. (2005). Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.247, p.203-210. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.02.020.

» <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.02.020>

PLUMMER M, BEST N, COWLES K AND VINES K 2006. **CODA: convergence diagnosis and output analysis for MCMC**. R News.

R Development Core Team R 2011. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**.

RIOS, F.S., KALININ, A.L., RANTIN, F.T.(2002). The effects of long-term food deprivation on respiration and haematology of the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. **Journal of Fish Biology**, v.61, p.85-95.

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

SILVA, F.V., SARMENTO, N.L.A.F., VIEIRA, J.S., TESSITORE, A.J.A., OLIVEIRA, L.L.S., SARAIVA, E.P. (2009). Características morfométricas, rendimento de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nilo em diferentes faixas de peso. **Aqüicultura R. Bras. Zootec.** 38 (8) <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000800003>

TURRA, E. M (2010). **Estudos genéticos longitudinais de peso, rendimento de filé e medidas morfométricas em tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. TESE – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG p. 1-62.

VIDAL, L.V.O., ALBINATI, R.C.B., ALBINATI, A.C.L., DE LIRA, A.D., DE ALMEIDA, T.R. E SANTOS, G.B. (2008). Eugenol como anestésico para a tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.1069-1074. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000800017>

Revista Ciência Rural

ESCOPO

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados **preferencialmente em idioma Inglês**. Os encaminhados em Português poderão ser traduzidos após a 1º rodada de avaliação para que ainda sejam revisados pelos consultores ad hoc e editor associado em rodada subsequente. Entretanto, caso **não traduzidos** nesta etapa e se **aprovados** para publicação, terão que ser **obrigatoriamente traduzidos para o Inglês** por empresas credenciadas pela

Ciência Rural e obrigatoriamente terão que apresentar o certificado de tradução pelas mesmas para seguir tramitação na CR.

Empresas credenciadas:

- American Journal Experts (<http://www.journalexperts.com/>)
- Bioedit Scientific Editing (<http://www.bioedit.co.uk/>)
- BioMed Proofreading (<http://www.biomedproofreading.com>)
- Edanz (<http://www.edanzediting.com>)
- Editage (<http://www.editage.com.br/>)
- Editione (<http://www.editione.com>)
- Enago (<http://www.enago.com.br/forjournal/>) Please inform CIRURAL for special rates.
- GlobalEdico (<http://www.gloaledico.com/>)
- JournalPrep (<http://www.journalprep.com>)
- Liberty Medical Communications (<http://libertymedcom.com/>)
- Proof-Reading-Service.com (<http://www.proof-reading-service.com/pt/>)
- Quality Proofreading Services UK (<https://londonproofreaders.co.uk/>)
- Readytopub (<https://www.readytopub.com/home>)
- STTA (<https://www.stta.com.br/>)

LIMITE DE PÁGINAS:

Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será **15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras**. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e **nem estar com apresentação paisagem**.

Tendo em vista o formato de publicação eletrônica estaremos considerando manuscritos com páginas adicionais além dos limites acima. No entanto, os trabalhos aprovados que possuírem páginas **excedentes** terão um custo adicional para a publicação ([vide taxa](#)).

ESTRUTURA:

3. O artigo científico (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão ou resultados/discussão (juntos); Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Contribuição dos autores; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das

referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente, pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

4. A revisão bibliográfica (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Contribuição dos autores; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

5. A nota (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com Introdução; Metodologia; Resultados e Discussão e Conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Contribuição dos autores; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

COVER LETTER:

6. O preenchimento do campo "**cover letter**" deve apresentar, obrigatoriamente, as seguintes informações em inglês, **exceto** para artigos **submetidos em português** (lembrando que preferencialmente os artigos devem ser submetidos em inglês).

- a) What is the major scientific accomplishment of your study?
- b) The question your research answers?
- c) Your major experimental results and overall findings?
- d) The most important conclusions that can be drawn from your research?
- e) Any other details that will encourage the editor to send your manuscript for review?

Para maiores informações acesse o seguinte [tutorial](#).

7. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

TÍTULOS:

8. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

9. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

10. Nesse [link](#) é disponibilizado o **arquivo de estilo** para uso com o software **EndNote** (o EndNote é um software de gerenciamento de referências, usado para gerenciar bibliografias ao escrever ensaios e artigos). Também é disponibilizado nesse [link](#) o **arquivo de estilo** para uso com o software **Mendeley**.

REFERÊNCIAS:

11. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

11.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

11.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

11.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

11.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:

Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (**Cidade opcional**), v.37, p.153-164, 2001. Available from: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Accessed: Mar. 18, 2002. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria (**Cidade opcional**), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2009. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

SENA, D. A. et al. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, e20150705, 2017. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000300151&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2017. Epub 15-Dez-2016. doi: 10.1590/0103-8478cr20150705 (**Artigo publicado eletronicamente**).

11.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236. (**OBS.: tentar evitar esse tipo de citação**).

11.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. (**OBS.: tentar evitar esse tipo de citação**).

11.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20). (**OBS.: tentar evitar esse tipo de citação**).

11.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

11.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD. (**OBS.: tentar evitar esse tipo de citação**).

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech

Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Online. Available from: <<http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>>. Accessed: Mar. 18, 2005 (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Online. Available from: <<http://www.zh.com.br/especial/index.htm>>. Accessed: Mar. 18, 2001(OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Online. Available from: <<http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>>. Accessed: Mar. 18, 2007.

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

DESENHOS, GRÁFICOS E FOTOGRAFIAS:

12. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos, as figuras e os gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

13. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

14. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

15. Lista de verificação (Checklist [.doc](#), [.pdf](#)).

16. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

17. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

18. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

19. Todos os artigos encaminhados devem pagar a [taxa de tramitação](#). Artigos reencaminhados (**com decisão de Reject and Rsubmit**) deverão pagar a taxa de tramitação novamente. Artigos arquivados por **decorso de prazo** não terão a taxa de tramitação reembolsada.

20. Todos os artigos submetidos passarão por um processo de verificação de plágio usando o programa “Cross Check”.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES:

21. Contribuição dos autores

Para se qualificar para a autoria do manuscrito submetido, todos os autores listados deveriam ter contribuições intelectuais substanciais tanto para a pesquisa quanto para sua preparação. Por favor, use um dos exemplos abaixo ou faça o seu.

Exemplo um

RW, RA e RCNO conceberam e projetaram experimentos. WC, LM e AA realizaram os experimentos, BB realizou as análises laboratoriais. BB supervisionou e coordenou os experimentos com animais e forneceu dados clínicos. BB realizou análises estatísticas de dados experimentais. WC, MB e NO prepararam o rascunho do manuscrito. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

Exemplo dois

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

Exemplo três

Os autores contribuíram igualmente para o manuscrito

ORCID:

22. O **ORCID** (Open Research and Contributors Identification) permite a criação de identificadores digitais únicos (ORCID ID) para pesquisadores, facilitando a identificação nacional e internacional do pesquisador e sua produção.

Dessa forma **recomendamos** que todos os autores de cada submissão adotem o registro **ORCID** em suas publicações.

IÊNICA ABERTA:

23. A Ciência Rural vem se alinhando às práticas de comunicação da Ciência Aberta, em atendimento ao promovido pelo Programa SciELO. Por isto, a partir de 01/01/2022 os autores devem fazer uso do [Formulário sobre Conformidade com a Ciência Aberta](#) que deverá ser submetido como arquivo suplementar a todo manuscrito submetido na Ciência Rural. A conformidade informada pelos autores será verificada na revisão inicial dos manuscritos e posteriormente pelos editores e pareceristas.

Informamos aos autores que os artigos publicados no fascículo v52n1 já irão conter a identificação dos editor-chefe e editor de área responsáveis pela tramitação dos manuscritos na CR, conforme orientado pelas práticas da Ciência Aberta.

24. Ciência Rural (CR) recomenda a todos os autores depositar preprints para acelerar a circulação de dados de artigos antes da avaliação por pares. Caso uma pesquisa com um preprint for aceita para publicação na CR, o preprint e o manuscrito publicado serão ligados um com o outro na publicação online. Todos os autores deverão ligar seu respectivo ORCID tanto ao preprint como ao manuscrito publicado.

CR também recomenda editores a considerar os comentários e informações disponíveis no preprint para suportar o processo editorial e, quando relevantes, editores podem incorporar as informações na decisão editorial aos autores.

CR recomenda integralmente repositórios de preprint tais como [BioRxiv](#), [AgriRxiv](#) e [SciELO Preprints](#).

POLÍTICAS DE ACESSO ABERTO, DIREITOS AUTORAIS E AUTOARQUIVAMENTO:

25. Todo o conteúdo da Ciência Rural e os artigos publicados pela revista, exceto onde explicitada de outra forma, estão licenciados sob a licença Creative Commons Attribution.

Autores de artigos publicados pela Ciência Rural mantêm os direitos autorais de seus trabalhos, licenciando-os sob a licença Creative Commons Attribution, que permite que os artigos sejam reutilizados e distribuídos sem restrição, desde que o trabalho original seja corretamente citado.

A Ciência Rural encoraja os autores a autoarquivar seus manuscritos aceitos, publicando-os em blogs pessoais, repositórios institucionais e mídias sociais acadêmicas, bem como postando-os em suas mídias sociais pessoais, desde que seja incluída a citação completa à versão do website da revista.

Ciência Rural

Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais

Prédio 42, Sala 3104 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil

E-mail: cienciarural@ufsm.br

Fone/Fax: (55) 32208698

Fax: (55) 32208695