

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E PADRÃO DE
CRESCIMENTO DE TRÊS GRUPOS GENÉTICOS DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*), EM TANQUE-
REDE**

Mestranda: Luciana Emanuelle Sanches Silva

Aquidauana/MS
Março/2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E PADRÃO DE
CRESCIMENTO DE TRÊS GRUPOS GENÉTICOS DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*), EM TANQUE-
REDE**

Mestranda: Luciana Emanuelle Sanches Silva
Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Aquidauana/MS
Março/2014

S581d Silva, Luciana Emanuelle Sanches

Desempenho zootécnico e padrão de crescimento de três grupos genéticos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em tanque rede/Luciana Emanuelle Sanches Silva. Aquidauana, MS: UEMS, 2014.

56 p.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2014.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira.

1. Tilapicultura 2. Medias morfométricas 3. Crescimento relativo 4. Modelo de Gompertz I. Título.

CDD 20.ed. 639.31



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
PRODUÇÃO ANIMAL NO CERRADO-PANTANAL



LUCIANA EMANUELLE SANCHES SILVA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17/03/2014.

Dr. Carlos Antônio Lopes de Oliveira (UEM),
Orientador.

Dr. Jayme Aparecido Povh (UFMS)

Dra. Cristiane Meldau de Campos Amaral (UEMS).

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe.”

Leonardo da Vinci

“Ao meu marido, Guilherme Semionato Galício, por todo amor, compreensão e lealdade. Aos meus filhos, Micaela Sanches Galício e Lucas Sanches Galício, por serem minha inspiração e força. Ao meu irmão, João Fabio Sanches Silva, por toda ajuda e apoio.”

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Guilherme, amor da minha vida, por todos os anos de luta, amizade, amor, lealdade e cumplicidade. Por toda paciência, dedicação e apoio.

Aos meus filhos, Micaela e Lucas, pela compreensão de minha ausência e distância. Por todo sentido que deram à minha vida.

Ao meu irmão, João Fabio, pelo incentivo, pelas palavras e ajuda nessa etapa tão importante de minha vida.

Aos meus sogros, Odair e Sueli, pela ajuda nesses últimos anos com meus filhos. Por todo amor e dedicação dispensados.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira, por todos os ensinamentos, auxílios, preces, consolos. Por toda compreensão, amizade e colaboração.

Ao Núcleo de Pesquisa PeixeGen, pelos dados disponibilizados, que permitiram o desenvolvimento deste estudo.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, pela oportunidade que me foi concedida para cursar o programa de Pós-Graduação. Por acreditar em minha capacidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro indispensável no decorrer dos meus estudos.

A todos os professores, efetivos e convidados, do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, pelos ensinamentos, pelas aulas ministradas e por todo o conhecimento compartilhado. Em especial às professoras Dr^a. Cristiane Meldau e Dr^a. Cleujosí Nunes pelos conselhos e auxílio em minha banca de qualificação e ao prof. Dr. Jaime Povh pela

presença em minha banca de defesa e por sua valiosa contribuição para a melhoria do meu trabalho.

Aos meus colegas de Mestrado em Zootecnia – UEMS, pelo convívio, auxílio e amizade. Em especial à Aline Mayra da Silva Oliveira e ao Robson Andrade Rodrigues, pelas aulas, por toda ajuda e pela amizade.

A todos os funcionários da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade de Aquidauana, pela paciência no atendimento de minhas solicitações.

Agradeço a todos que me auxiliaram, de maneira direta ou indireta. A todos agradeço por todo apoio recebido que, sem ele, não seria possível alcançar os meus objetivos.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	 1
1 Introdução	1
2 Objetivos	2
2.1 Objetivo Geral	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3 Revisão de Literatura	3
3.1 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	3
3.2 Histórico da Introdução da Tilápia no Brasil	4
3.3 Melhoramento Genético de Peixes	5
3.3.1 Melhoramento Genético de Tilápias no Brasil	7
3.3.2 Utilização de Medidas Morfométricas	9
3.3.3 Curvas de Crescimento	11
4 Referências	15

CAPÍTULO 2 –DESEMPENHO DE TRÊS GRUPOS GENÉTICOS DE TILÁPIA: COMPARAÇÃO ENTRE ANIMAIS PUROS E CRUZADOS	19
Resumo	20
Abstract	21
Introdução	22
Material e Métodos	23
Resultados e Discussão	27
Conclusão	31
Referências	31
 CAPÍTULO 3 - PADRÕES DE CRESCIMENTO DE TRÊS GRUPOS GENÉTICOS DE TILÁPIAS DO NILO	 34
Resumo	35
Abstract	36
Introdução	37
Material e Métodos	38
Resultados e Discussão	41
Conclusões	49
Agradecimentos	49
Referências	50
 CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	 52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Ganhos genéticos de diferentes espécies de peixes por geração.	8
TABELA 2	Modelos utilizados para descrição do crescimento animal.	12
TABELA 3	Médias iniciais e desvio padrão da idade, peso e das medidas morfométricas dos diferentes grupos genéticos e do montante total de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).	25
TABELA 4	Valores médios e erro padrão para as características de desempenho e variáveis morfométricas, entre machos e fêmeas de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>).	27
TABELA 5	Valores médios e erro padrão para as características de desempenho e variáveis morfométricas, dos diferentes grupos genéticos de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>).	29
TABELA 6	Médias iniciais e desvio padrão da idade, peso e das medidas morfométricas de tilápias (<i>Oreochromis niloticus</i>).	39
TABELA 7	Descrição dos ajustes dos modelos de Gompertz.	40
TABELA 8	Parâmetros estimados dos modelos de Gompertz, sem e com restrições e respectivas somas dos quadrados do	41

resíduo da regressão (SQRR), para machos para Peso, Comprimento total (CT), Largura padrão (LARG) e Altura padrão (ALT).

TABELA 9 Parâmetros estimados dos modelos de Gompertz, sem e 44
com restrições e respectivas somas dos quadrados do
resíduo da regressão (SQRR), para fêmeas para Peso,
Comprimento total (CT), Largura padrão (LARG) e Altura
padrão (ALT).

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Evolução genética da variedade GIFT do programa de melhoramento genético da UEM	8
FIGURA 2	Medidas morfométricas mensuradas em tilápia do Nilo	24
FIGURA 3	Curvas de crescimento e taxa de crescimento, de machos puros e cruzados, para as características peso, comprimento total (CT), largura padrão (LARG) e altura padrão (ALT)	43
FIGURA 4	Curvas de crescimento e taxa de crescimento, de fêmeas puras e cruzadas, para as características peso, comprimento total (CT), largura padrão (LARG) e altura padrão (ALT)	46

RESUMO

Atualmente o Brasil é considerado como o país de maior potencial para a aquicultura no mundo por conta de suas condições ambientais favoráveis, bem como a disponibilidade de insumos e de peixes de interesse zootécnico. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi responsável por 40,37% da produção aquícola nacional no ano de 2011. No entanto muitos produtores realizam cruzamentos com a utilização de diferentes variedades de tilápia, sob o pretexto de aumentar a produção. A realização deste estudo objetivou a comparação do desempenho zootécnico e do padrão de crescimento de três grupos genéticos de tilápia do Nilo criados em tanque-rede, comparando animais puros e cruzados, de ambos os sexos. O presente trabalho foi realizado com a utilização de banco de dados cedido pelo Núcleo de Pesquisa PeixeGen da Universidade Estadual de Maringá – UEM e contou com as medidas de peso e de morfometria de 1.029 animais, microchipados individualmente, sendo 337 animais puros GIFT, 362 animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê e 330 animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada, com idade e peso médio na identificação de $185,81 \pm 15,44$ dias e $17,07 \pm 9,02$ gramas, respectivamente. Os animais foram provenientes de diferentes desovas, ocorridas entre os meses de novembro de 2011 e março de 2012, tendo passado por período de restrição de crescimento por conta das condições ambientais inviáveis para produção, decorrentes das estações de outono e inverno. O período de cultivo ocorreu entre os meses de setembro e dezembro de 2012, em tanque-rede de área útil de 4m^3 , sendo alimentados 2 vezes ao dia, com ração comercial extrusada contendo 32% de proteína bruta. Foram realizadas 4 biometrias, com intervalo médio de 35 dias, para a obtenção das medidas morfométricas necessárias para a determinação das seguintes variáveis: peso final, ganho em peso diário, comprimento do tronco, área do tronco, relação altura/tronco, volume do corpo, área da cabeça e participação da cabeça. Para as análises estatísticas foi utilizado programa SAS®, sendo realizado análise de variância, teste de Tukey a 5% e de contraste para a comparação dos animais e análise de regressão, modelo de Gompertz e teste de adequacidade de verossimilhança para a determinação das curvas de crescimento. Os resultados mostraram que machos, independente do grupo

genético, apresentaram maior desempenho e maiores valores para peso final, ganho em peso diário, comprimento de tronco, área do tronco, volume do corpo e área da cabeça, em relação às fêmeas. No entanto, os resultados não apresentaram diferenças estatísticas para os parâmetros relação altura/tronco e participação da cabeça, quando comparados com as fêmeas. Comparando os grupos genéticos, animais puros apresentaram resultados superiores de desempenho e de características morfométricas em relação aos animais cruzados. Com relação ao crescimento observou-se diferenças no padrão de crescimento de animais puros e cruzados, com menores idades no ponto de inflexão para as características peso, comprimento total e altura. Embora a característica largura tenha apresentado a mesma idade no ponto de inflexão, para animais puros e cruzados, animais puros apresentaram maior valor assintótico. Através deste estudo podemos concluir que o uso do cruzamento entre os diferentes grupos genéticos não apresentou melhora significativa nas variáveis estudadas, indicando que essa prática pode não ser a melhor alternativa para a promoção do melhoramento genético entre os grupos analisados.

Palavras-chave: Tilapicultura, medidas morfométricas, crescimento relativo, modelo de Gompertz.

ABSTRACT

In the past few years, Brazil has been considered the country with the greatest potential for aquaculture in the world, mainly because of environmental conditions and the availability of inputs and of fish zootechnical interest. The Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) accounted for 46.6% of total national production in 2011. However, due to its desirable features for creation, many producers conduct crosses with the use of different varieties under the guise of increasing production. The proposed study aims to compare the growth performance and growth pattern of three genetic groups of the Nile tilapia reared in cages, by means of comparing purebred and crossbred animals of both sexes. This work was accomplished by the use of the database yielded by the Research Center PeixeGen, from the State University of Maringá – UEM, and included the measurements of weight and morphometry of 1,029 animals, individually microchipped, from which 337 were purebreds GIFT, 362 animals were crossbreds $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouake and 330 were crossbreds $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada with the respective age and weight of 185.81 ± 15.44 days and 17.07 ± 9.02 grams. The animals were originally from different spawning and spent a period of growth restriction due to unfavorable environmental conditions. The cultivation period occurred between the months of September and December 2012, in cages of 4m³, fed two times a day, with commercial extruded feed containing 32% crude protein. Four samplings were carried out respecting a mean interval of 35 days to obtain the necessary morphometric measurements for the determination of the following variables: final weight, average daily gain, trunk length, trunk area, ratio trunk/height, body volume, head area, and participation of the head. For statistical analyzes, SAS[®] program was used, allowing the analysis of variance, Tukey test at 5% and contrast test for the comparison of animals and the regression analysis, the Gompertz model and the test of verisimilitude adequacy for the determination of growth curves. The results showed that, males regardless of genetic group showed higher performance and higher values for final body weight, average daily gain, trunk length, trunk area, volume of the body and head area, compared with females.

However, the results showed no statistical differences in the parameters ratio trunk/height and participation of the head when compared with females. Comparing the genetic groups, purebred animals scored higher performance and morphometric characteristics in relation to crossbred animals. With respect to the growth pattern, the data showed that there were differences in the growth pattern of purebred and crossbred animals, presenting different growth patterns, with lower ages at the inflection point for the characteristics of weight, total length and height. Although the characteristic width presented the same age at the inflection point for purebred and crossbred animals, pure animals showed higher asymptotic value. Through this study, we can conclude that the use of crossover between different genetic groups showed no significant improvement in the variables, which suggests that this practice may not be the best alternative for promoting breeding between the groups analyzed.

Keywords: GIFT, Chitralada, Bouake, morphometric measurements, relative growth, the Gompertz model.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil produziu no ano de 2011 o total de 1.413.974,4 toneladas de pescado, provenientes do extrativismo e da aquicultura, com incremento de 13,2% em relação ao ano de 2010 (BRASIL, 2013). Com relação à aquicultura, essa foi responsável pela produção de 628.704,3 toneladas, representando 44,46% do total da produção nacional, com incremento de 38,1% em relação ao ano anterior, demonstrando crescimento consistente da atividade (BRASIL, 2013). A produção aquícola nacional garantiu ao país a 17ª posição no ranking mundial de pescados, sendo a China o maior produtor mundial (FAO, 2012).

Com relação às espécies produzidas, a tilápia merece destaque, por ter sido responsável, no ano de 2011, por 40,37% do total de pescado produzido, com uma produção de 253.824,1 toneladas (BRASIL, 2013). A elevada produção de tilápias no Brasil e a preferência de grande parte dos piscicultores pela sua utilização podem ser explicadas pelas suas qualidades zootécnicas de criação desejáveis para o setor produtivo, como: rusticidade, rápido crescimento, adaptação alimentar, boa conversão alimentar e ganho em peso diário (VIEIRA et al., 2005). Além disso, a tilápia do Nilo destaca-se por apresentar carne de excelente qualidade, de boa palatabilidade e textura, além de não apresentar espinhas em sua musculatura lateral, o que facilita as técnicas de filetagem e de industrialização de sua carcaça (MOREIRA et al., 2007).

A produção de peixes no país ainda apresenta resultados relativamente baixos, devido aos processos de produção adotados e à falta de informações sobre as espécies com potencial zootécnico (PRIETO et al., 2006). Um aspecto chave para maximizar a produtividade na produção de peixes é a utilização de indivíduos geneticamente superiores e que apresentem desempenho zootécnico elevado em condições ambientais específicas (RESENDE et al., 2010).

Levando em consideração a produção nacional supracitada, para que esta aumente, com melhora do aproveitamento dos recursos disponíveis para a atividade aquícola, torna-se necessário o desenvolvimento de variedades

geneticamente melhoradas. Assim, programas de melhoramento genético eficientes tornam-se cruciais para o desenvolvimento da piscicultura, pois além de atender a demanda mundial necessária, apresentam a capacidade de reduzir os custos de produção, melhorar a resistência dos organismos cultivados a doenças, melhorar o aproveitamento alimentar, bem como a qualidade dos produtos (GJEDREM, 2012).

A produção de animais cruzados no Brasil se tornou nas últimas décadas a forma mais usual de se obter material genético mais produtivo, cujo objetivo é o de encontrar combinações genéticas que produzam descendentes fenotipicamente superiores aos parentais (RIBEIRO & LEGAT, 2008). Porém, muitos produtores realizam cruzamentos entre diferentes variedades bem como entre diferentes espécies, sem nenhum respaldo técnico científico, sob o pretexto de aumentar a produção. Uma prática recorrente entre os tilapicultores é a realização do cruzamento de animais machos de tilápias da variedade GIFT com fêmeas de outras variedades, como Bouakê e Chitralada, na tentativa de obter animais mais produtivos e mais tardios.

Essa prática pode levar a distribuição de animais de potencial produtivo questionável ao setor, provocando queda nos índices zootécnicos outrora comprovados por pesquisadores e institutos de pesquisa. Além disso, as informações comparativas entre os índices de desempenho entre animais puros e cruzados são escassas na literatura.

2 – OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

A realização do presente estudo teve por objetivo comparar o desempenho zootécnico de três grupos genéticos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), criados em tanque-rede e estimar o padrão de crescimento destes animais.

2.2. Objetivos Específicos

Comparar o desempenho e as medidas morfométricas de tilápias do Nilo, de machos e fêmeas, de animais puros do grupo genético GIFT e dos

animais cruzados dos grupos genéticos $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê e $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada.

Estimar as curvas de crescimento de tilápias do Nilo, de machos e fêmeas, comparando animais puros e cruzados, por meio de modelos de regressão não linear.

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

“Tilápia” é o nome comumente utilizado para designar um grupo de peixes da família dos ciclídeos do continente Africano, sendo composto por três gêneros de importância zootécnica: *Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilapia* (POPMA & MASSER, 1999). Porém, dentre as 70 espécies identificadas de tilápias, os animais do gênero *Oreochromis* conquistaram maior destaque na aquicultura mundial, sendo as quatro principais espécies, a saber: *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis aureus* e a *Oreochromis urolepis hornorum* (MOREIRA et al., 2007).

Amplamente conhecida como tilápia, tilápia do Nilo ou tilápia nilótica, a espécie *Oreochromis niloticus* apresenta a seguinte classificação sistemática (NAKATANI et al., 2001):

Superclasse Pisces

Classe Actinopterygii

Ordem Perciformes

Subordem Percoidei

Família Cichlidae

Gênero *Oreochromis*

Espécie *niloticus* (Linnaeus, 1758)

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) possui alto potencial para a aquicultura, com destaque para suas características de interesse zootécnico, como: crescimento rápido e rusticidade, carne de excelente qualidade, com boa aceitação no mercado consumidor, sendo uma das mais apropriadas para a indústria de filetagem (MOREIRA et al., 2007). Além disso, *Oreochromis niloticus* destaca-se pelo seu ciclo de engorda relativamente rápido em relação

à outras espécies, além de ser facilmente adaptada às diversas condições de cultivo nas diferentes regiões do país (TURRA et al., 2010).

3.2. Histórico da Introdução da Tilápia no Brasil

A introdução de tilápias no Brasil teve seu início durante a década de 50, no ano de 1953, com a introdução da *Tilapia rendalli*, provenientes do Congo Belga, pela empresa Light, atual Eletropaulo, no Estado de São Paulo (AZEVEDO, 1955).

Durante a década de 70, no ano de 1971, o programa brasileiro de produção de juvenis realizado pelo Departamento Nacional de Obras contra a Seca - DNOCS, realizou a importação de 60 indivíduos de *Oreochromis niloticus*, provenientes da Estação de Piscicultura de Bouakê, na Costa do Marfim, no oeste africano (CASTAGNOLLI, 1992). Essa variedade foi introduzida no país com o objeto de povoar os reservatórios públicos da região nordeste (OLIVEIRA et al., 2007). No entanto, sua disseminação nos reservatórios brasileiros ocorreu de maneira desordenada, devido à alta prolificidade e precocidade sexual, aliado às dificuldades de evitar os acasalamentos entre indivíduos parentes, o que conduziu a perdas na variabilidade genética, elevação da endogamia e como consequência a redução no desempenho e elevação da ocorrência de anomalias genéticas (OLIVEIRA et al., 2011).

Durante a década de 80, ano de 1981, uma nova tentativa oficial de importação de tilápias ocorreu, com a introdução da tilápia vermelha *Oreochromis mossambicus*. Porém, devido à falta de programas de melhoramento genético implementados, problemas de prolificidade e consanguinidade já enfrentados apenas aumentou (OLIVEIRA et al., 2007).

O avanço da tilapicultura nacional demandou a utilização de variedades melhoradas, que apresentassem um bom desempenho produtivo, aliado à adaptação dos animais à diversidade climática e de formas de cultivo, para o atendimento das perspectivas dos mercados consumidores, tanto para a industrialização, bem como para a pesca esportiva (WAGNER et al., 2004).

Nesse sentido, na década de 90, no ano de 1996, uma nova importação de tilápias foi realizada através de convênio firmado entre a Associação de Produtores de Alevinos do Estado do Paraná e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (WAGNER et al., 2004). Foi realizada a introdução

de 20.800 indivíduos de *Oreochromis niloticus* variedade melhorada Chitralada, importados do *Agricultural and Aquatic Systems*, do *Asian Institute of Technology* (AIT), com sede na Tailândia (BORGES et al., 2005; ZIMMERMANN, 1999).

No início deste século, no ano de 2005, a variedade *Genetically Improved Farmed Tilapia* – GIFT foi introduzida no Brasil, com a importação de 480 indivíduos, a partir de convênio firmado entre a Universidade Estadual de Maringá – UEM e a organização não governamental *WorldFish Center*, com apoio da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, atual Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA (RESENDE et al., 2010).

Produzida a partir do cruzamento entre quatro linhagens selvagens de populações de tilápias provenientes do Egito, Gana, Quênia, Senegal e de quatro linhagens confinadas, introduzidas nas Filipinas, provenientes de Israel, Singapura, Tailândia e Taiwan (BENTSEN et al., 1998), a variedade GIFT tornou-se resultado do mais longo e mais oneroso programa de melhoramento genético mundial de peixes, cujo objetivo era desenvolver métodos de melhoramento genético para peixes tropicais (GUPTA & ACOSTA, 2004), focalizando as características de crescimento, além de estudar os parâmetros genéticos de tamanho à primeira maturação, sobrevivência à doenças, coloração, conformação corporal e sua tolerância às variações climáticas (EL-SAYED, 2006).

3.3. Melhoramento Genético de Peixes

O homem, ao longo de sua história, tem domesticado e usado para sua alimentação diversas espécies de animais e plantas. As altas produtividades alcançadas pela agricultura e pecuária, com o passar dos anos, são reflexo de uma série de aprimoramentos tecnológicos que têm sido conquistados graças à aplicação de métodos e conhecimentos científicos, utilizados em programas de melhoramento genético (RESENDE et al., 2010).

Porém, no caso dos organismos aquáticos, o número de programas de melhoramento genético é relativamente baixo, quando comparado com os programas disponíveis para animais domésticos terrestres (TURRA et al., 2013). Estima-se que menos de 20% da produção aquícola mundial seja originária de estoques geneticamente melhorados (GJEDREM, 2012).

A existência de poucos programas de melhoramento genético voltados para a aquicultura deve-se, principalmente, a pouca informação disponível sobre os ciclos reprodutivos das diferentes espécies cultivadas, à captura de espécimes selvagens para reposição de reprodutores, comprometendo a domesticação das espécies e à falta de conhecimento de pesquisadores, extensionistas e piscicultores com relação às teorias e aos programas de melhoramento genético (GJEDREM, 2012).

Apesar de pouco explorado, os peixes apresentam características vantajosas para esses programas, quando comparados com outras espécies animais, como: alta fertilidade; fertilização externa, que garante flexibilidade na definição de acasalamentos; facilidade para hibridações; núcleo de melhoramento mais barato pelo menor custo de manutenção de reprodutores e engorda dos animais candidatos (TURRA et al., 2013).

Para que programas de melhoramento genético possam ser implantados e desenvolvidos, gerando ganhos expressivos e duradouros, devem ser considerados os seguintes critérios (PONZONI, 2006; RESENDE et al., 2010):

- Descrição ou desenvolvimento do sistema produtivo: o programa de melhoramento genético deve ser conduzido em ambiente semelhante ao sistema produtivo de cultivo;
- Escolha da espécie, variedades e sistemas de cruzamento: a escolha inadequada de um desses parâmetros pode comprometer todo o programa de melhoramento genético adotado;
- Formulação do objetivo de seleção: definir o que se deseja melhorar no sentido de atender o mercado consumidor;
- Definição dos critérios de seleção: eleger características que serão usadas para definir o mérito genético dos animais;
- Delineamento do sistema de avaliação genética: definição da metodologia empregada na determinação do mérito genético dos animais a partir dos dados coletados;
- Seleção dos animais e definição do sistema de acasalamento: refere-se à escolha de indivíduos que terão prioridade de acasalamentos, levando-se em conta o aumento no desempenho médio da nova população, manutenção de variabilidade genética e dos ganhos

genéticos durante várias gerações e controle do incremento de consanguinidade;

- Desenho do sistema para expansão e disseminação dos estoques melhorados: deve permitir a chegada dos animais geneticamente superiores de forma rápida ao setor produtivo, intensificando o fluxo gênico entre os diferentes componentes do setor produtivo;
- Monitoramento e comparação de programas alternativos: estabelecer sistema de avaliação do programa que permita a checagem dos resultados, conduzindo a mudanças nos rumos, se necessário.

Programas de melhoramento genético eficientes são cruciais para o desenvolvimento da piscicultura, pois além de atender a demanda mundial necessária, apresentam a capacidade de reduzir os custos de produção, melhoram a resistência dos organismos cultivados a doenças, melhoram o aproveitamento alimentar e a qualidade dos produtos (GJEDREM, 2012).

3.3.1. Melhoramento Genético de Tilápias no Brasil

No Brasil, o programa de melhoramento genético de tilápias iniciou em 2005, no Estado do Paraná, na Estação de Piscicultura da UEM, a partir da importação de *Oreochromis niloticus* variedade GIFT (RESENDE et al., 2010).

Os indivíduos importados foram mantidos em hapas separadas e marcados individualmente através de microchips (RIBEIRO & LEGAT, 2008). Durante o período reprodutivo, foram utilizados 60 machos e 120 fêmeas, com sistema de acasalamento hierárquico, cujo objetivo foi de aumentar a variabilidade genética do plantel, permitindo maior controle sobre a consanguinidade animal (OLIVEIRA et al., 2011).

Após quatro anos de acasalamentos, o programa de melhoramento genético iniciado pela UEM, tem apresentado resultados expressivos para características de interesse econômico, com aumento da taxa anual de 0,0528 g/dia para peso diário e de 16,663 gramas/período de cultivo, representando ganho anual de aproximadamente 4% e ganho genético acumulado de 18,26%, conforme Figura 1 (OLIVEIRA et al., 2011).

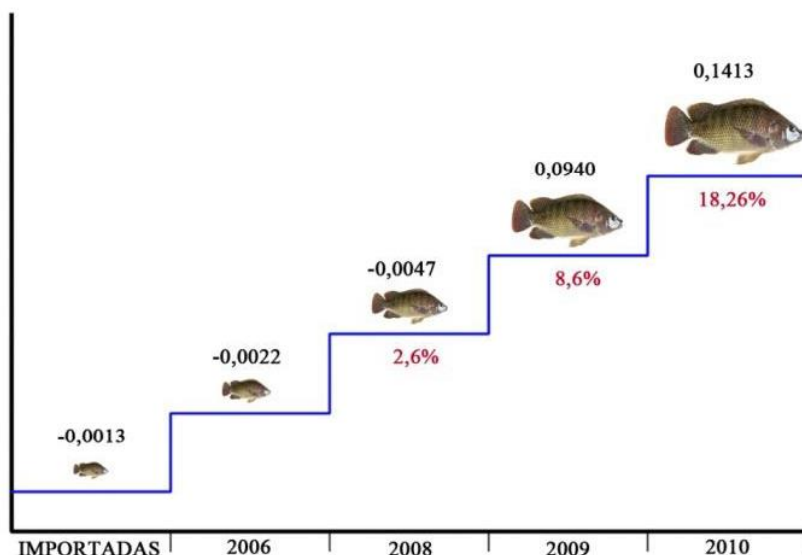


Figura 1 – Evolução genética da variedade GIFT do programa de melhoramento genético da UEM

Fonte: OLIVEIRA et al. (2011)

O ganho genético acumulado obtido através do programa desenvolvido pela UEM, apresenta superioridade de resultados, quando comparado com outros programas de melhoramento em desenvolvimento no país, cuja média é de 15% (RIBEIRO & LEGAT, 2008), conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Ganhos genéticos de diferentes espécies de peixes por geração.

Espécies	Ganho genético por geração (%)
Salmão do Pacífico	10,1
Truta arco-íris	13
Salmão do Atlântico	10,6 – 14,2
Bagre do Canal	12 – 20

Fonte: RIBEIRO & LEGAT (2008)

Devido à importância da tilápia na produção de peixes de água doce no cenário brasileiro, o programa de melhoramento genético desta espécie foi incluído no projeto “Melhoramento de espécies aquícolas no Brasil”, componente da Rede Aquabrazil – Bases Tecnológicas para o

Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura no Brasil, cujo objetivo é de promover o melhoramento de organismos aquáticos, além de disseminar animais geneticamente superiores para os produtores (RESENDE et al., 2010).

Atualmente o programa de melhoramento genético de tilápias da UEM tem realizado a comercialização de reprodutores para alevinocultores de diversas regiões do país, além de núcleos de seleção presentes em Cuba e no Uruguai (ROYO, 2010), cujo objetivo é de disseminar e divulgar a variedade melhorada produzida.

3.3.2. Utilização de Medidas Morfométricas

A compreensão do crescimento e do desenvolvimento do tecido muscular deve ser um dos principais objetivos na produção animal, principalmente quando se visa à produção de carne (RODRIGUES FILHO et al., 2011). O crescimento pode ser definido como o aumento da massa corporal em função da idade (ELIAS, 1998), bem como em função do sexo e das relações entre os organismos estudados (MORAES, 2003).

O uso de medidas morfométricas é uma forma indireta de avaliação do desempenho animal, sem que haja a necessidade de abate dos animais (RUTTEN et al., 2004), constituindo-se como uma técnica de fácil manipulação e de baixo custo para a determinação do peso e dos rendimentos corporais (COSTA, 2011). Devido ao fato de não exigir o sacrifício do animal para a obtenção de suas medidas, essa técnica possibilita a seleção inicial de reprodutores em plantel de programas de melhoramento genético animal (CREPALDI et al., 2008).

A avaliação do formato corporal dos peixes possui extrema importância não apenas para atender as exigências dos mercados consumidores (PINHEIRO et al., 2006), mas também para permitir a padronização dos animais, o que facilita o manejo destes por parte dos produtores e da indústria pesqueira, determinando a escolha dos equipamentos para pesca e estocagem, além de poder afetar as operações realizadas no processamento dos peixes, influenciando a eficiência das máquinas filetadoras (CONTRERAS-GUSMÁN, 1994).

No entanto, as medidas e razões morfométricas utilizadas pelos pesquisadores podem variar devido ao fato das diferentes espécies animais

possuírem formatos corporais diferentes (COSTA, 2011). O autor citado salienta que no caso de animais de uma mesma espécie, as diferenças encontradas no formato corporal pode ser resultante de variedades que passaram por programas de melhoramento genético com diferentes objetivos.

Além disso, não há consenso entre os pesquisadores sobre quais regiões corporais devem ser consideradas para a obtenção das medidas morfométricas, podendo prejudicar a comparação entre os dados de animais de diferentes espécies, assim como animais de uma mesma espécie (TURRA et al., 2010).

Dessa forma, a utilização de medidas morfométricas permite não apenas descrever o formato corporal dos animais, mas também avaliar associações capazes de exercer influência sobre o peso e o rendimento final de filé, devido a capacidade de acúmulo muscular em pontos que divergem entre as diferentes espécies (TURRA et al., 2010).

Em peixes redondos, a altura corporal medida à frente do primeiro raio da nadadeira dorsal, bem como o comprimento da cabeça, medido entre a extremidade anterior da cabeça e o bordo caudal do opérculo foram importantes medidas para a determinação do peso, estando diretamente associadas com o rendimento da carcaça animal (REIS NETO et al., 2012).

Para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a obtenção da largura padrão, medida à frente do primeiro raio da nadadeira dorsal, e do comprimento padrão, medido entre a extremidade anterior da cabeça e o perímetro anterior do pedúnculo, podem ser utilizadas como critérios de seleção para a determinação do peso e do rendimento de filé (RUTTEN et al., 2005).

Trabalho comparando o desempenho zootécnico de três variedades de tilápia do Nilo, com a utilização da determinação do comprimento de cabeça, comprimento padrão, três pontos diferentes para determinação da altura, da largura e do perímetro, chegou à conclusão de que tais medidas podem ser utilizadas como critérios de seleção para determinação do peso corporal e do rendimento de filé dos animais (DIODATTI, 2006).

Além disso, a utilização de expressões matemáticas é capaz de gerar informações sobre o volume corporal dos peixes, uma vez que estes são organismos multidimensionais e esse parâmetro relaciona-se com o

rendimento final dos animais. Essa técnica pode ser definida como morfometria espacial, sendo esta uma importante ferramenta de mensuração de dados, uma vez que as medidas morfométricas tradicionais não se mostram suficientes para descrever a forma corporal como um todo (MORAES, 2003).

Informações sobre a forma corporal dos peixes permite estimar a produtividade, reduzindo os custos de produção e, conseqüentemente, aumentando os lucros, tanto para o piscicultor quanto para a indústria pesqueira.

3.3.3. Curvas de Crescimento

Aliado ao uso de características de forma e desempenho, o entendimento do padrão de crescimento de peixes é uma ferramenta para determinação de práticas zootécnicas, relacionadas ao manejo nutricional, reprodutivo e ao melhoramento genético animal.

Em animais saudáveis, o crescimento deve ser considerado como o aumento na massa dos tecidos estruturais e órgãos acompanhado por mudanças na forma corporal, resultante do crescimento diferencial das partes que compõem o corpo do animal (MARTINS et al., 2009a), de modo que ocorre inicialmente o crescimento da largura, seguida pela altura, comprimento e, finalmente, do peso (ELIAS, 1998).

Em se tratando de peixes, estes apresentam uma particularidade quando comparados com animais vertebrados: seu crescimento é contínuo durante toda a sua vida (GAMITO, 1998), apresentando caráter cíclico, de modo que o crescimento pode ser mais acelerado ou mais lento, de acordo com as diferentes épocas do ano, decorrente das adaptações frente às necessidades dos animais (MARTINS et al., 2009b).

A representação gráfica do peso ou da massa corporal em relação à idade resulta na curva de crescimento, que sintetiza informações de todo o período de vida dos animais em um conjunto de parâmetros que podem ser interpretados biologicamente (GOTTSCHELL, 1999).

Assim, as curvas de crescimento resumem em três ou quatro parâmetros as características de crescimento, que permitem: avaliar o perfil das respostas de tratamento ao longo do tempo; estudar as interações das respostas das subpopulações ou tratamentos em função do tempo; detectar os

animais mais pesados e mais precoces e, obter a variância entre indivíduos nas avaliações genéticas (FREITAS, 2005). Para descrever o crescimento dos animais, alguns modelos matemáticos podem ser ajustados e empregados, dentre eles, os modelos de Brody, von Bertalanffy, Logístico, de Gompertz e de Richards (MAZZINI, 2003), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Modelos utilizados para descrição do crescimento animal.

Modelo	Equação
Brody	$Y = A (1 - Be^{-Ct})$
Von Bertalanffy	$Y = A (1 - Be^{-Ct})^3$
Logístico	$Y = A (1 - Be^{-Ct})^{-1}$
Richards	$Y = A (1 - Be^{-Ct})^M$
Gompertz	$Y = A \exp^{-Be(-Ct)^\infty}$

Fonte: DRUMOND et al. (2013)

Os parâmetros apresentados nos referidos modelos apresentam importantes interpretações biológicas, sendo que o parâmetro **A** representa o tamanho adulto do animal (peso, altura, largura, comprimento), sendo independente de problemas de flutuações devido a efeitos genéticos e ambientais (MAZZINI et al., 2003).

O parâmetro **C** refere-se à taxa de crescimento animal em função da idade, sendo um indicativo de precocidade animal (BROWN et al., 1976). O parâmetro **M** refere-se à idade ao ponto de inflexão, ou seja, quando o animal passa de uma fase de crescimento acelerado para uma fase de crescimento inibitório, em que os ganhos em peso são inferiores (SILVA et al., 2004). Embora o parâmetro **Be** não apresente interpretação biológica, ele deve ser considerado, uma vez que ele é responsável por adequar o valor inicial do peso vivo, fazendo com que a curva passe pela origem quando Y e/ou t for diferente de zero (DRUMONT et al., 2013).

Os estudos de tais parâmetros possibilitam estimar a idade e o peso ideais para o abate, demonstrando o momento em que a curva de crescimento médio dos animais atinge o seu ápice (SILVA et al., 2011). No entanto, a escolha do modelo mais adequado dependerá não apenas da espécie animal

analisada, mas do propósito do estudo, bem como das diferentes possibilidades da pesquisa (GAMITO, 1998).

A função de Gompertz é comumente usada para descrever o crescimento dos animais e dos tecidos, apresentando propriedades desejáveis em uma curva de crescimento, uma vez que, diferente das outras funções, a massa corporal inicial é superior a zero, indicando que o animal já nasce com algum peso (FIALHO, 1999), sendo sua utilização justificada pelo fato dessa função ser capaz de demonstrar o crescimento dos animais em um curto período de tempo, não apenas em função do peso, mas também em função do comprimento do animal avaliado (GAMITO, 1998).

Tal função foi apontada como própria para descrição do crescimento dos organismos vivos, uma vez que a capacidade média do crescimento, medida pela velocidade relativa de aumento, tende a cair em uma taxa mais ou menos uniforme, conduzindo a tipos assimétricos de curvas (FONSECA, 1991).

Estudos demonstraram que a função de Gompertz apresenta-se como sendo o modelo que melhor descreve o crescimento de organismos aquáticos bem como de animais domésticos terrestres quando em comparação com os demais modelos utilizados para descrever o crescimento animal (MELLO et al., 2012; SANTOS et al., 2007; AGUILAR, 2010; DRUMOND et al., 2013; FREITAS, 2005).

Com relação aos organismos aquáticos, a utilização do modelo de Gompertz em estudo com tambaquis comprovou ser esse o modelo que melhor estimou o padrão de crescimento dos animais, adequando-se favoravelmente na comparação entre animais machos e fêmeas (MELLO et al., 2012). Em estudo para determinação de peso de piracanjubas (*Brycon orbignyanus*) de até 800 gramas, o modelo de Gompertz possibilitou a determinação dos parâmetros biológicos, descrevendo adequadamente o padrão de crescimento desses animais (SANTOS et al., 2007). Resultados satisfatórios também foram alcançados em estudo com tilápias nilóticas Chitraladas (AGUILAR, 2010).

Em estudos com animais domésticos terrestres, o modelo de Gompertz foi utilizado para estimar o crescimento de codornas de corte em animais de 0 a 42 dias de vida e constatou-se que Gompertz foi o modelo de melhor ajuste para a descrição da curva de crescimento (DRUMOND et al., 2013). Estudos comparativos utilizando os modelos matemáticos para descrição do

crescimento, realizados com oito espécies animais, demonstraram que o modelo de Gompertz foi o modelo de melhor ajuste na descrição do crescimento de frangos, suínos e bovinos (FREITAS, 2005).

A utilização de estudos que avaliem as medidas corporais, as diferenças entre machos e fêmeas, além da utilização de curvas de crescimento na estimação do desenvolvimento animal em suas diferentes etapas de vida possibilitam a escolha dos melhores animais, com maior potencial produtivo.

4 – REFERÊNCIAS

- AGUILAR, F. A.; TELLEZ, G. A.; MUÑOZ-RAMÍREZ, A. P. Avaliação de modelos matemáticos de crescimento em um ciclo comercial de produção de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* var. Chitralada). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2010. CD-ROM.
- AZEVEDO, P. Aclimação da tilápia no Brasil. **Chácaras e Quintais**, São Paulo, v. 2, n. 92, p. 190-192. 1955.
- BENTSEN, H. B.; EKNATH, A. E.; PALADA-DE-VERA, M. S.; DANTING, J. C./ BOLIVAR, H. L.; REYES, R. A.; DIONISIO, E. E.; LONGALONG, F. M.; CIRCA, A. V.; TAYAMENT, M. M.; GJERDE, B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 160, n. 1+9/2, p. 145-173. 1998.
- BORGES, A. M.; MORETTI, J. O. C.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Produção de populações monosssexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 153-159. 2005.
- BRASIL. Ministério da Aquicultura e Pesca. **Boletim estatístico da pesca e da aquicultura 2011**. Brasília, DF, 2013. 60 p.
- BROWN, J. E.; FITZHUGH, H. A.; CARTWRIGHT, T. C. A Comparison of Nonlinear Models for Describing Weight-Age Relationships in Cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, p. 810-818. 1976.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992. 192p.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.
- COSTA, A. C. **Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de Pacu *Piaractus mesopotamicus* e Tambaqui *Colossoma macropomum***. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2011.
- CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; OLIVEIRA, D. A.; TURRA, E. M.; QUEIROZ, B. M. Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) avaliado por ultrassom. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 813-824. 2008.
- DIODATTI, F. C. **Medidas morfométricas no peso e rendimento de componentes corporais de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 2006.
- DRUMOND, E. S. C.; GONÇALVES, F. M.; VELOSO, R. C.; AMARAL, J. M.; BALOTIN, L. V.; PIRES, A. V.; MOREIRA, J. Curvas de crescimento para

codornas de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1872-1877. 2013.

ELIAS, A. M. **Análise de curvas de crescimento de vacas das Raças Nelore, Guzerá e Gir**. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba, 1998.

EL-SAYED, A.-F. M. **Tilapia culture**. London: CABI Publishing, 2006. 293p.

FIALHO, F. B. **Interpretação da curva de crescimento de Gompertz**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1999. 4 p. (Comunicado Técnico 237)

FONSECA, C. G. **Análise de crescimento e relações de alometria em aves de corte**. 1991. 94 p. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto, 1991.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome: FAO, 2012. 230 p.

FREITAS A. R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 786-795. 2005.

GAMITO, S. Growth models and their use in ecological modeling: an application to a fish population. **Ecological Modeling**, Amsterdam, v. 113, p. 83-94. 1998.

GJEDREM, T. Genetic improvement for the development of efficient global aquaculture: A personal opinion review. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 12-22, p. 344-349. 2012.

GOTTSHALL, C. S. Impacto nutricional na produção de carne - curva de crescimento. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p. 169-192.

GUPTA, M. V.; ACOSTA, B. O. From drawing board to dining table: The success story of the GIFT project. **NAGA, WorldFish Center Quarterly**, v. 27, n. 3 - 4, p. 4-14, 2004.

MARTINS, T. R.; SANTOS, V. B.; PERES, P. V.; SILVA, T. F. Variação da composição química corporal de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com o crescimento. **Colloquium Vitae**, Presidente Prudente, v. 1, n. 2, p. 117-122. 2009a.

MARTINS, J. M. E.; REGO, A. C. L.; PINESE, J. F. Determinação da idade e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) na represa de Capim Branco I, Rio Araguari, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Juiz de Fora, v. 11, n. 3, p. 261- 268. 2009b.

MAZZINI, A. R. A.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H.; SILVA, F. F. Análise da curva de crescimento de machos Hereford. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1105-1112. 2003.

MELLO, F.; OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P.; POVH, J. A.; RESENDE, E. K.; STREIT JR, D. Curvas de crescimento em tambaquis (*Colossoma macropomum*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 9, 2012, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBMA, 2012.

MORAES, D. A. A morfometria geométrica e a “Revolução na Morfometria” localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. **Revista de Divulgação Científica dos Estudantes de Biologia**, São Paulo, n. 3, 2003.

MOREIRA, A. A.; HILSDORF, A. W. S.; SILVA, J. V.; SOUZA, V. R. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microssatélites. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 521-526. 2007.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.

OLIVEIRA, C. A. L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Melhoramento genético de tilápias – 5 anos da linhagem GIFT no Brasil. In: CONGRESSO PARANAENSE DE ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 32, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Congresso Paranaense de Estudantes de Zootecnia, 2011.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M.; LIMA, C. B. **Produção de tilápia**: mercado, espécie, biologia e recria. Teresina: EMBRAPA, 2007. 12 p. (Circular Técnica 45).

PINHEIRO, L. M. S.; MARTINS, R. T.; PINHEIRO, L. E. L.; PINHEIRO, L. A. S. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis ssp*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 2, p. 257-262. 2006.

PONZONI, R. W. Genetic improvement effective dissemination: Keys to prosperous and sustainable aquaculture industries. In: PONZONI, R. W.; ACOSTA, B. O.; PONNIAH, A. G. (Eds.). **Development of aquatic animal genetic improvement and dissemination programs**. Malaysia: Worldfish Center, 2006. 57 p.

POPMA, T.; MASSER, M. Tilapia: life history and biology. **Southern Regional Aquaculture Center**, Stoneville, n. 283, p. 1-4, 1999.

PRIETO, M. J.; LOGATO, P. V. R.; MORAES, G. F.; OKAMURA, D.; ARAÚJO, F. G. Tipo de alimento, sobrevivência e desempenho inicial de pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 1002-1007. 2006.

REIS NETO, R. V.; FREITAS, R. T. F.; SERAFINI, M. A.; COSTA, A. C.; FREATO, T. A.; ROSA, P. V.; ALLAMAN, I. B. Interrelationships between morphometric variables and rounded fish body yields evaluated by path analysis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 7, p.1576-1582, 2012.

RESENDE, E. K.; OLIVEIRA, C. A. L.; 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: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2010.

RIBEIRO, R. P.; LEGAT, A. P. **Delineamento de programas de melhoramento genético de espécies aquícolas no Brasil**. Teresina: EMBRAPA, 2008. 26 p. (Documentos 184)

RODRIGUES FILHO, M.; ZANGERONIMO, M. G.; LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; ANDRADE, I. Fisiologia do crescimento e desenvolvimento do tecido muscular e sua relação com a qualidade da carne em bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 1431-1443. 2011.

ROYO, J. **Peixes - Tilápia Gift**: espécie tem ganho de peso de 5% por geração. 2010. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21767&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos>>. Acesso em 20 fev 2014.

RUTTEN, M. J. M.; KOMEN, H.; BOVENHUIS, H. Longitudinal genetic analysis of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) body weight using a random regression model. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 246, p. 101-113, 2005.

RUTTEN, M. J. M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Modeling fillet traits based on body measurements in three tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, n. 1/4, p. 113-122. 2004.

SANTOS, V. B.; FREATO, T. A.; FREITAS, R. T. F.; REIS NETO, R. V.; ALLAMAN, I. B.; FERREIRA, V. F.; LAGO, A. A. Curva de crescimento de piracanjubas *Brycon orbignyanus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE, 1, 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.

SILVA, F. L.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; PACKER, I. U.; MOURÃO, G. B. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 262-271. 2011.

SILVA, F. F.; AQUINO, L. H.; SILVA, F. F.; OLIVEIRA, A. I. G. Curvas de crescimento e influência de fatores não-genéticos sobre as taxas de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 647-654. 2004

TURRA, E. M.; FERNANDES, A. F. A.; ALVARENGA, E. R. Ferramentas para o melhoramento genético de peixes em águas interiores. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10, 2013, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2013.

TURRA, E. M.; OLIVEIRA, D. A. A.; TEIXEIRA, E. A.; PRADO, S. A.; MELO, D. C.; SOUZA, A. B. Uso de medidas morfométricas no melhoramento genético do rendimento de filé da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 34, n. 1, p. 29-36. 2010.

VIEIRA, V. P.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; POVH, J. A.; VARGAS, L.; BARRERO, N. M. L. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em Maringá – PR. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v.3, n.3, p. 19-26. 2005.

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

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 15-21. 1999.

CAPÍTULO 2

DESEMPENHO DE TRÊS GRUPOS GENÉTICOS DE TILÁPIA: COMPARAÇÃO ENTRE ANIMAIS PUROS E CRUZADOS

REVISTA CIÊNCIA RURAL

Desempenho de três grupos genéticos de tilápia: comparação entre animais puros e cruzados

Performance of three groups of genetic of tilapia: comparison between pure and crossed animals

Luciana Emanuelle Sanches Silva^{I*}, Carlos Antonio Lopes de Oliveira^{I, II}, Aline Mayra da Silva Oliveira^{II}, Yagor Victor Assis Mariano^{II}, Grazyella Massako Yoshida^{II}, Gabriel Soriani Rizzato^{II}, Ricardo Pereira Ribeiro^{II}

RESUMO

O uso de animais cruzados é uma prática comum na tilapicultura nacional, porém informações sobre cruzamentos de indivíduos melhorados são escassas. Objetivou-se a comparação do desempenho e das medidas morfométricas de machos e fêmeas de tilápias do Nilo da variedade GIFT, com animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê e $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada, em tanque-rede. Utilizou-se banco de dados cedido pelo Núcleo de Pesquisa PeixeGen da Universidade Estadual de Maringá, com medidas morfométricas e de peso de 1029 juvenis, sendo 337 animais puros GIFT, 330 animais $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê e 362 animais $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada, com idade e peso médio na identificação de $185,81 \pm 15,44$ dias e $17,07 \pm 9,02$ g. Foram estimadas as variáveis de peso final, ganho em peso, comprimento do tronco, área do tronco, relação altura/tronco, volume corporal, área da cabeça e participação da cabeça. Machos apresentaram maior desempenho e maiores médias morfométricas em relação às fêmeas, independente do grupo genético, com exceção das variáveis relação altura/tronco e

^I Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rodovia Aquidauana-UEMS, Km 12, Caixa Postal 25, CEP 79200-000, Aquidauana, Brasil. E-mail: lucianaemanuelle3108@gmail.com. * autor para correspondência.

^{II} Universidade Estadual de Maringá (UEM), Centro de Ciências Agrárias, Grupo de pesquisa PeixeGen. Avenida Colombo, 5790, Zona 7, CEP 87020-900, Maringá, Brasil.

participação da cabeça. Animais puros apresentaram resultados superiores de desempenho em peso final e ganho em peso, além de maiores médias morfométricas, quando comparados aos animais cruzados. O uso do cruzamento entre grupos genéticos pode não ser a melhor estratégia de promoção de melhoramento genético.

Palavras-chave = Cruzamento, GIFT, Bouakê, Chitralada, morfometria, volume corporal.

ABSTRACT

The use of crossbred animals is a common practice in national tilapia, but information about crossings improved individuals are scarce. This study aimed to compare the performance and morphometric measurements of tilapia, between males and females of purebreds and crossbreds $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouake and $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada in cages. It was used the database yielded by the Research Center PeixeGen from the State University of Maringa and included the measurements of weight and morphometric of 1,029 juveniles, from which 337 were purebreds GIFT animals, 330 were crossbreds $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouake animals and 362 were crossbreds $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada with respective age and initial weight of 185.81 ± 15.44 days and 17.07 ± 9.02 g. Were estimated variables of weight, weight gain, trunk length, trunk area, height / trunk ratio, volume of the body, the head area and the head participation. Males showed higher growth performance and greater morphometric measurements compared to females, regardless of breed, with the exception of the parameters height / stem ratio and the participation of the head. Purebred animals showed superior performance results in the final weight and weight gain, and larger morphometric measurements, such as length of the trunk, trunk area, body surface area and volume of the body, when compared to crossbreds. The use of cross between genetic groups may not be the best strategy to promote breeding.

Keywords = Crossing, GIFT, Bouake, Chitralada, morphometry, body volume.

INTRODUÇÃO

O Brasil produziu no ano de 2011 o total 628.704,3 toneladas de peixes em aquicultura, representando 44,46% do total da produção nacional de pescado, com incremento de 38,1% em relação ao ano anterior, demonstrando crescimento consistente da atividade (BRASIL, 2013).

No que diz respeito às espécies produzidas, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi responsável por 40,37% do total do pescado produzido no país, com uma produção de 253.824,1 toneladas (BRASIL, 2013), sendo sua preferência justificada por conta de suas qualidades zootécnicas de criação desejáveis para o setor produtivo (VIEIRA et al., 2005).

Levando em consideração a produção nacional, para que o país aumente sua produção anual de pescados, aproveitando os recursos disponíveis para o aumento da atividade aquícola nacional, torna-se necessário o desenvolvimento de variedades geneticamente melhoradas, como os grupos genéticos de tilápia: GIFT, Bouakê e Chitralada.

O uso de medidas morfométricas é uma forma indireta de avaliação do desempenho animal, sem que haja a necessidade de abate dos animais (RUTTEN et al., 2004), descrevendo o formato corporal dos animais e possibilitando a seleção inicial de reprodutores em plantel de programas de melhoramento genético animal (CREPALDI et al., 2008).

A avaliação do formato corporal dos peixes possui extrema importância não apenas para atender as exigências dos mercados consumidores (PINHEIRO et al., 2006), mas também para permitir a padronização dos animais, o que facilita o manejo destes por parte dos produtores e da indústria pesqueira (CONTRERAS-GUSMÁN, 1994).

Estudos para avaliação do desempenho animal através da comparação entre as medidas morfométricas de diferentes variedades tem sido realizados (FÜLBER et al., 2010; MASSAGO et al., 2010; VIEIRA et al., 2005), porém informações de indivíduos cruzados são escassas.

O objetivo da realização deste trabalho foi comparar o desempenho e as medidas morfométricas de tilápias do Nilo, entre machos e fêmeas e de animais puros do grupos genético GIFT e dos animais cruzados dos grupos genéticos $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê e $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada, criados em tanque-rede.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho utilizou conjunto de dados cedido pelo Núcleo de Pesquisa PeixeGen da Universidade Estadual de Maringá – UEM e contou com as informações de peso e de morfometria de 1029 juvenis de três grupos genéticos, sendo: 337 animais puros GIFT (213 machos e 124 fêmeas), 330 animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê (208 machos e 122 fêmeas) e 362 animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada (233 machos e 129 fêmeas).

Os animais utilizados foram obtidos de estoques de juvenis de diferentes desovas ocorridas entre os meses de novembro de 2011 e março de 2012, provenientes de acasalamentos de machos puros de superior qualidade genética GIFT, com fêmeas Bouakês e Chitraladas, fornecidos pela Estação de Piscicultura da UEM, distrito de Floriano, município de Maringá – PR, 23°31'7.29"S e 52°2'20.81"W. Os animais puros GIFT utilizados nesses experimento são filhos de diferentes famílias do programa de melhoramento genético desenvolvido pela UEM.

Os animais passaram por crescimento restrito entre março e setembro de 2012, mantidos em hapas de 1m³, por conta das condições ambientais inviáveis para produção, decorrentes das estações de outono e inverno e da indisponibilidade de espaço para sua transferência.

Com peso superior de 10 g, os animais foram microchipados individualmente com *Passive Integrated Transponder* (PIT) tags, implantados na cavidade visceral. Animais foram anestesiados em solução de Benzocaína (70mg L⁻¹) (ROSS & GEDDES, 1979) e em seguida

passaram por tratamento profilático (CARNEIRO & URBINATI, 2001) em solução salina a 0,05% durante período de 10 minutos. A idade e peso médio na identificação foram de $185,81 \pm 15,44$ dias e $17,07 \pm 9,02$ g, respectivamente.

Em setembro de 2012 os animais foram transferidos para tanque-rede com volume útil de 4m^3 ($2 \times 2 \times 1,7\text{m}$), localizado no Rio do Corvo, tributário do Rio do Paranapanema no reservatório de Rosana – PR, $22^\circ 39' 24''\text{S}$ e $52^\circ 46' 51''\text{W}$. A densidade de estocagem dos animais foi de 80 animais/ m^3 e a biomassa ao término do cultivo foi de 320 kg. O cultivo ocorreu entre os meses de setembro a dezembro de 2012, com a realização de 4 biometrias em intervalos de 35 dias. A alimentação foi fornecida 2 vezes ao dia com ração comercial extrusada (32% PB), sendo sua quantidade ajustada de acordo com o desenvolvimento dos animais.

Com a utilização de balança digital (precisão de 0,1g), ictiômetro e paquímetro (precisão de 0,1 mm) foram coletadas as medidas morfométricas de Peso (Peso), Comprimento total (CT), Comprimento padrão (CP), Comprimento da cabeça (CAB), Largura padrão (LARG), Largura caudal (LARG C), Altura padrão (ALT) e Altura caudal (ALT C), conforme Figura 1.

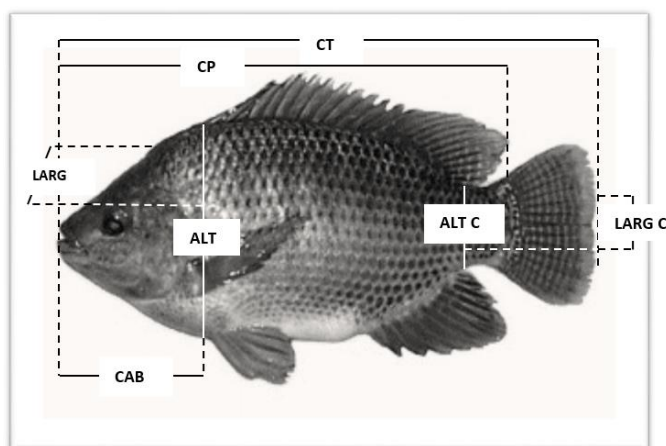


Figura 1: Medidas morfométricas mensuradas em tilápia do Nilo

Fonte: elaboração dos autores

Os valores iniciais das características morfométricas e de peso encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Médias iniciais e desvio padrão da idade, peso e das medidas morfométricas dos diferentes grupos genéticos e do montante total de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Grupo Genético	Idade (dias)	Peso (g)	CT (cm)	CP (cm)	ALT (cm)	LARG (cm)	CAB (cm)	ALT C (cm)	LARG C (cm)
GIFT	190,5	22,32	10,26	7,84	2,85	1,41	2,61	1,14	0,47
	±24,1	±11,0	±1,66	±1,30	±0,54	±0,25	±0,47	±0,23	±0,08
½ GIFT x ½ BOU	187,3	16,87	9,71	7,75	2,62	1,33	2,48	1,07	0,42
	±4,04	±7,16	±1,25	±3,40	±0,41	±0,24	±0,36	±0,19	±0,11
½ GIFT x ½ CHI	180,9	12,43	8,80	6,85	2,34	1,18	2,21	0,93	0,38
	±8,56	±5,00	±1,23	±1,04	±0,35	±0,23	±0,35	±0,16	±0,08
Total	185,8	17,07	9,55	7,45	2,60	1,30	2,42	1,04	0,42
	±15,4	±9,02	±1,52	±2,20	±0,49	±0,26	±0,43	±0,21	±0,10

CT = comprimento total; CP = comprimento padrão; ALT = altura padrão; LARG = largura padrão; CAB = comprimento da cabeça; ALT C = altura caudal; LARG C = largura caudal.

Por meio de expressões matemáticas foram determinados os valores para obtenção das seguintes variáveis:

a) Peso Final (PF) = medido em gramas;

b) Ganho em Peso (GP) = razão, em gramas/dia, entre o peso final do animal e a idade ao final do cultivo ($\text{PESO} \times \text{idade}^{-1}$);

c) Comprimento do tronco (CTro) = diferença, em cm, entre comprimento padrão e comprimento da cabeça ($\text{CP} - \text{CAB}$);

- d) Área do tronco (ATro) = produto, em cm^2 , entre a altura padrão, a altura caudal e o comprimento do tronco $[(ALT + ALT C) \times CT] \times 2^{-1}$, considerando a forma trapezoidal;
- e) Relação altura/tronco (A/T) = razão, em %, entre a altura padrão e o comprimento padrão $(ALT \times CP^{-1})$;
- f) Volume corporal (VolC) = produto, em cm^3 , entre o comprimento do tronco, largura e a altura $(CTro \times [AB + \sqrt{(AB \times ab) + ab}] \times 3^{-1})$, considerando a forma trapezoidal, sendo:
- $AB = LARG \times ALT$
 - $ab = LARG C \times ALT C$.
- g) Área da cabeça (ACab) = produto, em cm^2 , entre o comprimento da cabeça e a altura padrão $(CAB \times ALT) \times 2^{-1}$;
- h) Participação da cabeça (PCab) = razão, em %, entre o comprimento da cabeça e o comprimento padrão $(CAB \times CP^{-1})$.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3×2 sendo cada indivíduo uma repetição. O seguinte modelo estatístico foi adotado: $Y_{ijklm} = \mu + S_i + L_j + SL_{ij} + b1(ID_k/L_j) + b2(ID_k/L_j)^2 + b3(VGP_l/L_j) + b4(VGP_l/L_j)^2 + e_{ijklm}$, sendo:

Y_{ijklm} = observação referente ao i-ésimo sexo, ao j-ésimo grupo genético, a k-ésima idade dos animais dentro do grupo genético, ao l-ésimo valor genético do pai dentro do grupo genético e a m-ésima repetição;

μ = constante geral do parâmetro;

S_i = efeito do i-ésimo sexo;

L_j = efeito do j-ésimo grupo genético;

SL_{ij} = efeito da interação entre os grupos genéticos e o sexo;

ID_k/L_j = efeito da k-ésima idade dos animais dentro do grupo genético;

b1 = coeficiente linear de regressão da idade do animal;

b2 = coeficiente quadrático de regressão da idade do animal;

VGP_l/L_j = efeito do l-ésimo valor genético do pai dentro do grupo genético;

b3 = coeficiente linear de regressão do valor genético aditivo do pai do animal;

b4 = coeficiente quadrático de regressão do valor genético aditivo do pai do animal;

e_{ijklm} = erro aleatório.

Os valores genéticos aditivos dos pais, estimados anualmente para o programa de melhoramento genético de tilápias do Nilo da UEM, foram considerados no modelo em função de apresentarem grande variação dentro de cada grupo genético.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5%. A diferença de desempenho e de morfometria, entre animais puros e cruzados foi avaliada por meio de teste de contraste, através da seguinte equação: $C1 = 2\mu_{\text{Gift}} - \mu_{\text{BOU}} - \mu_{\text{CHI}}$, sendo que μ indica as médias dos diferentes grupos genéticos. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional SAS[®] System 9.2, utilizando o procedimento PROC GLM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo de valor genético de pai, linear e quadrático, para todos os parâmetros analisados. Com relação aos efeitos de grupo genético, sexo e idade, linear e quadrática, houve significância para as variáveis PF, GD, CTro, ATro, VolC e ACab. Não foi verificada significância para o efeito da interação grupo genético/sexo, indicando que as diferenças entre sexos não apresentaram peculiaridades dentro dos grupos genéticos.

Os valores médios das características de desempenho e das variáveis morfométricas analisadas, de animais de ambos os sexos, encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios e erro padrão para as características de desempenho e variáveis morfológicas, entre machos e fêmeas de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Sexo	PF	GD	CTro	ATro	A/T	VolC	ACab	PCab
	(g)	(g)	(cm)	(cm ²)	(%)	(cm ³)	(cm ²)	(%)
Machos	358,29 ^a	1,14 ^a	14,91 ^a	143,55 ^a	0,384 ^a	196,23 ^a	26,51 ^a	0,300 ^a
	±109,58	±0,34	±1,59	±27,78	±0,02	±53,72	±5,36	±0,02
Fêmeas	257,15 ^b	0,84 ^b	13,31 ^b	113,97 ^b	0,381 ^a	145,85 ^b	21,04 ^b	0,301 ^a
	±86,69	±0,26	±1,61	±24,64	±0,02	±44,70	±4,85	±0,02

Média seguida da mesma letra minúscula nas colunas não difere ($P < 0,05$) entre os sexos pelo teste de Tukey, sendo: PF = peso final; GP = ganho em peso; CTro = comprimento do tronco; ATro = área do tronco; A/T = relação altura/tronco; VolC = volume corporal; ACab = área da cabeça; PCab = participação da cabeça.

Observou-se que machos apresentaram maiores médias para as variáveis de desempenho e de morfometria, com exceção das variáveis A/T e PCab (Tabela 2), evidenciando o dimorfismo sexual entre os animais. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo comparativo realizado com tilápias que demonstraram que a produção de tilápias monossexo machos, independente da variedade, resultaram em animais com maior desempenho e maiores resultados morfológicos (BEAVEN; MUPHOSHI, 2012).

Para as variáveis CTro e ATro, observou-se que machos apresentaram as maiores médias (Tabela 2). Essas variáveis influenciam no rendimento de carcaça de peixes, sendo que quanto maiores as medidas, maior será o rendimento, pois o peixe adquire conformação mais arredondada, o que permite maior aproveitamento (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

A variável A/T também apresenta relação direta com o rendimento de carcaça. Porém, para essa característica não foi observada diferença estatística entre machos e fêmeas. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo comparativo entre os sexos de tilápias onde não foi observada diferença significativa entre os animais (BOSCOLO et al., 2001).

O estudo do volume corporal é importante graças à relação direta existente com o rendimento final de filé sendo que, quanto maior a relação entre as medidas necessárias para o cálculo do volume (altura e largura), maior será o rendimento final e vice-versa (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Machos apresentaram maior média para a variável VolC (Tabela 2), sendo este um indicativo de que animais machos podem apresentar maior rendimento final.

A variável ACab relaciona-se com os rendimentos de filé e de carcaça (PIRES et al., 2011), sendo que animais com cabeça proporcionalmente maior tendem a apresentar menor volume de carne, o que permite menor aproveitamento do filé durante o processo de filetagem (SOUZA et al., 2005). Machos apresentaram maiores medidas para ACab. Porém, ao estimar a média para PCab, constatou-se que não houve diferença estatística entre machos e fêmeas (Tabela 2). Assim, podemos inferir que o maior valor estimado, em machos, para ACab não exercerá influência sobre o rendimento final de filé.

As médias de desempenho e de variáveis morfométricas, dos três grupos genéticos avaliados, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios e erro padrão para as características de desempenho e variáveis morfométricas, dos diferentes grupos genéticos de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Grupo genético	PF	GP	CTro	ATro	A/T	VolC	ACab	PCab
	(g)	(g/dia)	(cm)	(cm)	(%)	(cm ²)	(cm ²)	(%)
GIFT	369,12 ^A	1,17 ^A	14,83 ^A	145,30 ^A	0,39 ^A	200,69 ^A	27,05 ^A	0,300 ^A

	± 09,30	±1,82	±1,57	±27,63	±0,021	±53,87	±5,69	±0,02
½ GIFT x ½	349,00 ^B	1,12 ^B	14,74 ^A	139,57 ^B	0,38 ^A	190,98 ^B	25,65 ^B	0,299 ^A
BOU	±106,44	±4,56	±1,65	±27,88	±0,017	±51,82	±5,52	±0,02
½ GIFT x ½	251,91 ^C	0,83 ^C	13,48 ^B	115,00 ^C	0,37 ^A	144,83 ^C	21,12 ^C	0,299 ^A
CHI	±84,25	±0,27	±1,72	±25,97	±0,019	±45,47	±4,95	±0,02
CONT	s	s	s	s	ns	s	s	ns

Média seguida da mesma letra maiúscula nas colunas não difere ($P < 0,05$) entre os grupos genéticos pelo teste de Tukey, sendo: CONT = contraste; PF = peso final; GP = ganho em peso; CTro = comprimento do tronco; ATro = área do tronco; A/T = relação altura/tronco; VolC = volume corporal; ACab = área da cabeça; PCab = participação da cabeça; s = significativo; sn = não significativo.

Os resultados apresentados no teste de contraste evidenciaram a superioridade dos animais puros em relação aos cruzados (Tabela 3), não tendo sido encontradas diferenças significativas para as variáveis A/T e PCab.

Conforme observado, os três grupos genéticos analisados diferiram estatisticamente entre si para as características de desempenho (PF e GD). Resultados semelhantes de características morfométricas em estudo comparativo com três variedades de tilápias, conduzido em viveiros escavados, demonstrou que animais GIFT apresentaram maior desempenho de peso final e de ganho em peso, além de ter sido observado que as tilápias da variedade Chitralada apresentaram os menores valores (FÜLBER et al., 2010).

Os resultados mostraram que para as variáveis morfométricas foram observadas diferenças estatísticas entre animais puros e cruzados para ATro, VolC e ACab, sendo que animais puros GIFT apresentaram maiores valores em relação aos cruzados, podendo esse resultado ser um indicativo de maior rendimento de carcaça e de filé.

Para a variável CTro não foram encontradas diferenças estatísticas entre os animais puros GIFT e os animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê, porém estes grupos diferiram dos animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada, que apresentaram os menores valores. Animais com menor comprimento de tronco, aliados com a menor relação entre largura e altura (VolC), conforme observado nos animais do grupo genético $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada (Tabela 3) tendem a apresentar menor rendimento de carcaça e de filé (BOSCOLO et al., 2001).

Ao avaliar as razões morfométricas de três variedades de tilápia, em experimento conduzido em viveiros, foram observadas diferenças significativas para a variável PCab para a variedade Bouakê em relação as demais variedades estudadas (POGGERE et al., 2008). No entanto, estudo com três cruzamentos da variedade Chitralada, em tanques de concreto, foi constatado que a variedade Chitralada pura apresentou maior valor para essa variável (LEONHARDT et al., 2006). Ambos os estudos citados apresentaram resultados diferentes dos encontrados neste trabalho, o que pode indicar que o cruzamento das variedades Bouakê e Chitralada com animais puros GIFT, apresenta redução no percentual desta variável, sendo essa redução desejável para a indústria do pescado (SOUZA et al., 2005).

CONCLUSÃO

Os animais puros GIFT apresentaram os melhores resultados de desempenho, com maiores médias para peso final e ganho em peso, e maior valor para as características morfométricas comprimento de tronco, área de tronco, volume corporal e participação da cabeça. Estes resultados sugerem que o uso do cruzamento de animais GIFT com outras variedades pode não ser a melhor estratégia de disponibilização de material genético de qualidade superior para o setor produtivo.

REFERÊNCIAS

- 1 BEAVEN, U.; MUPOSHI, V. Aspects of a monosex population of *Oreochromis niloticus*
2 fingerlings produced using 17- α methyl testosterone hormone. **Aquaculture Research &**
3 **Development**, v. 3, n. 132, 2012.
- 4 BOSCOLO, W.R. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de
5 tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de
6 crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.
- 7 BRASIL. Ministério da Aquicultura e Pesca. **Boletim estatístico da pesca e da aquicultura**
8 **2011**. Brasília, DF, 2013. 60 p.
- 9 CARNEIRO, P.C.V.; URBINATI, E. C. Salt as a stress response mitigator of matrinxã
10 *Brycon cephalus* during transport. **Aquaculture Research**, v. 32, n. 4, p. 297-304. 2001.
- 11 CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP,
12 1994. 409 p.
- 13 CREPALDI, D.V. et al. Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma* spp.)
14 avaliado por ultrassom. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 4, p. 813-
15 824. 2008.
- 16 FÜLBER, V.M. et al. Desempenho produtivo de três linhagens de Tilápia do Nilo
17 alimentadas com dois níveis de proteína. **Revista Acta Scientiarum**, v. 32, n.1, p. 77-83.
18 2010.
- 19 LEONHARDT, J.H. et al. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de
20 Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de
21 ambas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 125-132. 2006.
- 22 MASSAGO, H. et al. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*.
23 **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 4, p. 397-403. 2010.

- 1 PINHEIRO, L.M.S. et al. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa
2 (*Oreochromis ssp*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 2, p.
3 257-262. 2006.
- 4 PIRES, A.V. et al. Predição do rendimento e do peso do filé da tilápia-do-Nilo. **Acta**
5 **Scientiarum**, v. 33, n. 3, p. 315-319. 2011.
- 6 POGGERE, P.R. et al. Índices morfométricos e rendimento de cortes de carne de três
7 linhagens de tilápia. In: CYRINO, J.E. et al. (Orgs.). **Aquaciência 2008**: tópicos especiais em
8 biologia aquática e aquicultura III. Maringá: UEM, 2008. 335 p.
- 9 ROSS, L.G.; GEDDES, J.A. Sedation of warm-water fish species in aquaculture research.
10 **Aquaculture**, v. 16, p. 183-186. 1979.
- 11 RUTTEN, M.J.M. et al. Modeling fillet traits based on body measurements in three tilápia
12 strains (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v. 231, n. 1/4, p. 113-122. 2004.
- 13 SOUZA, M.L.R. et al. Efeito do peso de tilápia do Nilo sobre o rendimento e a qualidade de
14 seus filés defumados com e sem pele. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 51-
15 59. 2005.
- 16 VIEIRA, V.P. et al. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de Tilápia do Nilo
17 (*Oreochromis niloticus*) em Maringá – PR. **Revista Acadêmica**, v.3, n.3, p. 19-26. 2005

CAPÍTULO 3

PADRÕES DE CRESCIMENTO DE TRÊS GRUPOS GENÉTICOS DE TILÁPIAS DO NILO

REVISTA: PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Padrões de crescimento de três grupos genéticos de tilápias do Nilo

Luciana Emanuelle Sanches Silva⁽¹⁾, Carlos Antonio Lopes de Oliveira⁽²⁾, Aline Mayra da Silva Oliveira⁽²⁾, Yagor Victor Assis Mariano⁽²⁾, Grazyella Massako Yoshida⁽²⁾, Gabriel Soriani Rizzato⁽²⁾ e Ricardo Pereira Ribeiro⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Rod. Aquidauana-UEMS, km 12, Caixa Postal 25, CEP 79200-000, Aquidauana, Brasil. E-mail: lucianaemanuelle3108@gmail.com. ⁽²⁾ Universidade Estadual de Maringá (UEM), Núcleo de pesquisa PeixeGen. Av. Colombo, 5790, Zona 7, CEP 87020-900, Maringá, Brasil. E-mail: caloliveira@uem.br, alimayrazoo@yahoo.com.br, yagor.assis@gmail.com, grazyoshida@hotmail.com, gabrielrizzato@hotmail.com, rpribeiro@uem.br.

Resumo – O entendimento do padrão de crescimento de peixes é uma ferramenta para determinação de práticas zootécnicas, relacionadas ao manejo nutricional, reprodutivo e ao melhoramento genético animal. Objetivou-se comparar diferenças nas curvas de crescimento de tilápias, machos e fêmeas, entre animais puros e cruzados. Utilizou-se banco de dados com a informação de 1029 juvenis de tilápias, sendo 337 animais GIFT, 330 animais $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê e 362 animais $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada. Através do modelo de Gompertz estimou-se o padrão de crescimento para peso, comprimento total, largura padrão e altura padrão, por meio do método de Gauss Newton e teste da razão de verossimilhança, com utilização do programa SAS. Machos utilizaram diferentes modelos para descrição do crescimento dos parâmetros avaliados, enquanto que as fêmeas utilizaram os modelos distintos para descrição do peso em relação aos demais parâmetros. As idades aos pontos de inflexão das características morfométricas foram alcançadas anteriormente em relação ao peso, indicando

que o formato corporal é determinado em menor idade. Concluimos que os padrões de crescimento diferiram entre os animais, em relação ao sexo e aos grupos genéticos, com a exigência de diferentes modelos de regressão.

Termos para indexação: *Oreochromis niloticus*, GIFT, Bouakê, Chitralada, modelo de Gompertz, cruzamentos.

Growth patterns of three genetic groups of Nile tilapia

Abstract - Understanding the growth pattern of fish is a tool for determination of husbandry, related to nutritional, reproductive management and animal breeding practices. Objectives were to compare differences in the growth curves of tilapia, both males and females, between pure and crossbred animals. It was used the database with the information of 1029 juvenile tilapia, from which 337 were GIFT animals, 330 were $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouake animals and 362 were $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada animals. Through the Gompertz model estimated the growth pattern for weight, total length, standard width and standard height, through the Gauss Newton method and the likelihood ratio test, using the SAS software. Males used different models for description of the parameters evaluated, while females used the different models for the description of weight in relation to other parameters. The ages in the points of inflection of the morphometric characteristics were achieved earlier in weight, indicating that the body shape is determined at an earlier age. We conclude that the growth patterns differ among animals, in relation to gender and genetic groups, with the requirement of different regression models.

Index terms: *Oreochromis niloticus*, GIFT, Bouake, Chitralada, Gompertz model, crosses.

Introdução

O Brasil produziu no ano de 2011 o total 628.704,3 toneladas de peixes em aquicultura, representando 44,46% do total da produção nacional de pescado, com incremento de 38,1% em relação ao ano anterior (BRASIL, 2013). A tilápia foi responsável por 40,37% do total de pescado produzido em 2011, com produção de 253.824,1 toneladas (BRASIL, 2013). A elevada produção de tilápias e a preferência de grande parte dos piscicultores pela sua utilização podem ser explicadas pelas suas qualidades zootécnicas, (Vieira et al., 2005), além de possuir carne de excelente qualidade (Moreira et al., 2007).

O entendimento do padrão de crescimento de peixes é uma ferramenta para determinação de práticas zootécnicas, relacionadas ao manejo nutricional, reprodutivo e ao melhoramento genético animal. A descrição do crescimento pode ser utilizada para explicar padrões observados no campo, comparar taxas e prever o comportamento produtivo dos animais, descrevendo a precocidade, o ganho em peso, o peso na taxa de maturação, bem como o intervalo de tempo entre o nascimento e o peso adulto (Casas et al., 2010).

Dentre as funções matemáticas utilizadas para descrever o crescimento, destaca-se a função de Gompertz (Winsor, 1932), que assume que a taxa de crescimento após o nascimento aumenta exponencialmente, até alcançar um limite máximo, quando começa a decair, resultando em uma curva com formato sigmoidal (Lawrence & Fowler, 2012). Após atingir o ponto de inflexão, o crescimento diminui, com desaceleração do mesmo (Gómez et al., 2009).

O objetivo da realização deste trabalho foi avaliar o padrão de crescimento, através do modelo de Gompertz, de tilápias puras GIFT com animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê e $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada, de ambos os sexos, criadas em tanque-rede.

Material e Métodos

O presente trabalho utilizou conjunto de dados cedido pelo Núcleo de Pesquisa PeixeGen da Universidade Estadual de Maringá – UEM e contou com as informações de peso e de morfometria de 1029 juvenis de três grupos genéticos, sendo: 337 animais puros GIFT (213 machos e 124 fêmeas), 330 animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Bouakê (208 machos e 122 fêmeas) e 362 animais cruzados $\frac{1}{2}$ GIFT x $\frac{1}{2}$ Chitralada (233 machos e 129 fêmeas).

Os animais utilizados foram obtidos de estoques de juvenis de diferentes desovas ocorridas entre os meses de novembro de 2011 e março de 2012, provenientes de acasalamentos de machos puros de superior qualidade genética GIFT, com fêmeas Bouakês e Chitraladas, fornecidos pela Estação de Piscicultura da UEM, distrito de Floriano, município de Maringá – PR, 23°31'7.29"S e 52°2'20.81"W. Os animais puros GIFT utilizados nesses experimento são filhos de diferentes famílias do programa de melhoramento genético desenvolvido pela UEM.

Os animais passaram por crescimento restrito entre março e setembro de 2012, mantidos em hapas de 1m³, por conta das condições ambientais inviáveis para produção, decorrentes das estações de outono e inverno e da indisponibilidade de espaço para sua transferência.

Com peso superior de 10 gramas, os animais foram microchipados individualmente com *Passive Integrated Transponder* (PIT) tags, implantados na cavidade visceral. Animais foram anestesiados em solução de Benzocaína (70mg L⁻¹) (Ross & Geddes, 1979) e em seguida passaram por tratamento profilático (Carneiro & Urbinati, 2001) em solução salina a 0,05% durante período de 10 minutos. A idade e peso médio na identificação foram de 185,81 ± 15,44 dias e 17,07 ± 9,02 gramas, respectivamente.

Em setembro de 2012 os animais foram transferidos para tanque-rede com volume útil de 4m³ (2x2x1,7m), localizado no Rio do Corvo, tributário do Rio do Paranapanema no reservatório de Rosana – PR, 22°39'24"S e 52°46'51"W. A densidade de estocagem dos animais foi de 80 animais/m³ e a biomassa ao término do cultivo foi de 320 kg. O cultivo ocorreu entre os meses de setembro a dezembro de 2012, com a realização de 4 biometrias em intervalos de 35 dias. A alimentação foi fornecida 2 vezes ao dia com ração comercial extrusada (32% PB), sendo sua quantidade ajustada de acordo com o desenvolvimento dos animais.

Os animais ½ GIFT x ½ Bouakê e ½ GIFT x ½ Chitralada, foram considerados como único grupo designado como cruzados, sendo realizados os contrastes nos padrões de crescimento entre animais puros e cruzados, para cada sexo.

Com a utilização de balança digital (precisão de 0,1g), ictiômetro e paquímetro (precisão de 0,1 mm) foram coletadas as medidas morfométricas de peso, comprimento total, medido entre extremidade anterior da cabeça e o final da nadadeira caudal; largura padrão e altura padrão, ambos medidos à frente do 1º raio da nadadeira dorsal.

Valores iniciais do peso e das características morfométricas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Médias iniciais e desvio padrão da idade, peso e das medidas morfométricas de tilápias (*Oreochromis niloticus*).

Sexo	Grupo	Idade (dias)	Peso (g)	CT (cm)	LARG (cm)	ALT (cm)
Machos	Puros	188,605 ±	23,816 ±	10,485 ±	1,448 ±	2,933 ±
		21,819	11,751	1,705	0,259	0,557
	Cruzados	184,578 ±	15,575 ±	9,481 ±	1,293 ±	2,554 ±
		7,033	6,461	1,240	0,241	0,382
Fêmeas	Puras	193,814 ±	19,741 ±	9,879 ±	1,356 ±	2,728 ±
		27,580	9,084	1,500	0,228	0,482
	Cruzadas	183,107 ±	12,752 ±	8,808 ±	1,198 ±	2,352 ±
		8,186	6,220	1,344	0,240	0,421

CT = comprimento total; LARG = largura padrão; ALT = altura padrão

Para descrever o comportamento do crescimento dos peixes foi utilizado modelo de regressão não linear de Gompertz (Winsor, 1932)

$$Y = A * e(-e(-B-(t - C))),$$

em que: Y = peso (g) ou tamanho (cm) estimado à idade t ; A = peso (g) ou tamanho (cm) assintótico; B = crescimento relativo no ponto de inflexão (g/dia ou cm/dia); C = idade no ponto de inflexão (dias); t = idade (dias); $e = 2,718281828459$.

A taxa de crescimento dos peixes foi determinada com base na derivada da equação anterior, $dY/dt = A * B * e(-B(t-C)) (-e(-B(t-C)))$ (Winsor, 1932).

Os modelos foram ajustados para descrever o padrão de crescimento de animais de puros e cruzados, para cada sexo, em peso, comprimento total, largura padrão e altura padrão, tendo sido testados oito modelos, com diferentes números de restrições, apresentando um, dois ou três parâmetros do modelo comuns para animais puros e cruzados.

Os diferentes ajustes dos modelos de Gompertz encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Descrição dos ajustes dos modelos de Gompertz.

Ajuste dos modelos de Gompertz								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Parâmetros	a_i	a_i	a_i	-	a_i	-	-	-
	b_i	b_i	-	b_i	-	b_i	-	-
	c_i	-	c_i	c_i	-	-	c_i	-
	a_j	a_j	a_j	-	a_j	-	-	-
	b_j	b_j	-	b_j	-	b_j	-	-
	c_j	-	c_j	c_j	-	-	c_j	-
	-	-	-	A	-	A	A	A
	-	-	B	-	B	-	B	B
	-	C	-	-	C	C	-	C

i = animais puros, j = animais cruzados. Parâmetros a , b e c referem-se aos parâmetros do modelo de Gompertz. Parâmetros seguidos de letra maiúscula são comuns a todos os animais.

Os parâmetros das curvas foram estimados pelo método de Gauss Newton, utilizando procedimento NLIN no programa SAS. A adequacidade dos modelos foi avaliada por teste de razão de verossimilhança com aproximação qui-quadrado (X^2) (Regazzi & Silva, 2004).

Resultados e Discussão

Os modelos ajustados de Gompertz descreveram adequadamente os padrões de crescimento das características peso, comprimento total, largura padrão e altura padrão, tendo sido observadas diferenças nos padrões para cada parâmetro avaliado. Os parâmetros estimados dos modelos de Gompertz para animais machos encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros estimados dos modelos de Gompertz, sem e com restrições e respectivas somas dos quadrados do resíduo da regressão (SQRR), para machos para Peso, Comprimento total (CT), Largura padrão (LARG) e Altura padrão (ALT).

Parâmetros estimados dos modelos de Gompertz									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
PESO	a_i	1396,3	1431,8	1412,2	-	1422,2	-	-	-
	b_i	0,0108	0,0105	-	0,0107	-	-	0,0104	-
	c_i	336,5	-	337,8	337,3	-	337,9	-	-
	a_j	1432,8	1355,4	1394,1	-	1352,4	-	-	-
	b_j	0,0104	0,0110	-	0,0106	-	-	0,0107	-
	c_j	345,7	-	342,6	343,6	-	343,8	-	-
	A	-	-	-	1406,2	-	1411,1	1415,6	1393,9
	B	-	-	0,0107	-	0,0108	0,0106	-	0,0108
	C	-	339,4	-	-	339	-	341,7	339,9
	SQRR	4286166	4287567	4286491	4286300	4294143	4287114*	4324978	4327133
CT	a_i	47,4317	49,1642	46,3213	-	4811,71	-	-	-
	b_i	0,00702	0,00668	-	0,00690	-	-	0,00680	-
	c_i	245,9	-	242,5	247,8	-	248	-	-
	a_j	48,3819	47,5237	49,2622	-	47,8513	-	-	-
	b_j	0,00749	0,00788	-	0,00757	-	-	0,00732	-
	c_j	254,4	-	257	253,2	-	251,9	-	-
	A	-	-	-	48,007	-	47,7466	48,95	47,9926
	B	-	-	0,00729	-	0,00730	0,00734	-	0,00739
	C	-	251,7	-	-	251	-	254,2	251,1
	SQRR	20685,4	20708,8	20701,2	20688,5*	21196,5	21030,2	20985,9	21209,3
	a_i	5,1812	5,2654	5,0138	-	5,1078	-	-	-

	b_i	0,00944	0,00920	-	0,0101	-	-	0,0106	-
	c_i	211,9	-	209,3	208,3	-	208,5	-	-
LARG	a_j	4,8605	4,8270	4,9730	-	4,9085	-	-	-
	b_j	0,0108	0,0109	-	0,0102	-	-	0,00991	-
	c_j	215	-	216,8	217,5	-	217,4	-	-
	<i>A</i>	-	-	-	4,9937	-	4,9932	4,9870	5,0018
	<i>B</i>	-	-	0,0102	-	0,0102	0,0102	-	0,0102
	<i>C</i>	-	214,1	-	-	213,7	-	213,6	214
	SQRR	589,8	590,1*	591,6	591,7	595,1	591,8	603,2	607
ALT	a_i	14,0567	14,2999	13,6127	-	13,9938	-	-	-
	b_i	0,00829	0,00808	-	0,00858	-	-	0,00808	-
	c_i	240,9	-	237	238	-	238,4	-	-
	a_j	13,5228	13,4080	13,8532	-	13,5630	-	-	-
	b_j	0,00918	0,00929	-	0,00895	-	-	0,00876	-
	c_j	244,4	-	247,2	246,4	-	245,9	-	-
	<i>A</i>	-	-	-	13,4475	-	13,7268	13,7648	13,7741
	<i>B</i>	-	-	0,00879	-	0,00879	0,00881	-	0,00877
	<i>C</i>	-	243,3	-	-	243	-	243,3	243,3
	SQRR	2875,7*	2876,7	2881,1	2877,9	2916,1	2884,4	2955,3	2955,4

154 i = animais puros; j = animais cruzados. Parâmetros a , b e c referem-se aos parâmetros do
155 modelo de Gompertz. Parâmetros seguidos de letra maiúscula são comuns a todos os animais
156 testados. * Modelo de melhor ajuste pela estatística X^2 ($P < 5\%$).

157

158 Em machos, para a característica peso, o modelo 6 indicou que apenas a idade no
159 ponto de inflexão diferiu entre animais puros e cruzados, onde animais puros apresentaram-se
160 mais precoces em relação aos animais cruzados (Tabela 3; Figura 1-A).

161 Com relação às características morfométricas, machos puros e cruzados apresentaram
162 o mesmo valor assintótico para a característica comprimento total, no entanto animais puros
163 obtiveram menor idade no ponto de inflexão, além de apresentarem menor taxa de
164 crescimento relativo (Tabela 3; Figura 1-C). Para a característica largura padrão, machos
165 puros e cruzados apresentaram mesma idade no ponto de inflexão, no entanto, animais puros
166 apresentaram maior tamanho assintótico e menor taxa de crescimento relativo (Tabela 3;
167 Figura 1-E). Em se tratando da característica altura padrão, animais puros apresentaram maior
168 tamanho assintótico, menor idade no ponto de inflexão e menor taxa de crescimento, em
169 comparação com animais cruzados (Tabela 3; Figura 1-G).

Esses resultados demonstram uma relação inversa entre a taxa de crescimento e o peso/tamanho assintótico dos animais. Autores afirmam que essa é a relação mais importante em uma curva de crescimento, por conta de sua implicação biológica, uma vez que animais que apresentam menor taxa de crescimento atingem maior peso/tamanho assintótico à idade da maturidade (McManus et al., 2003).

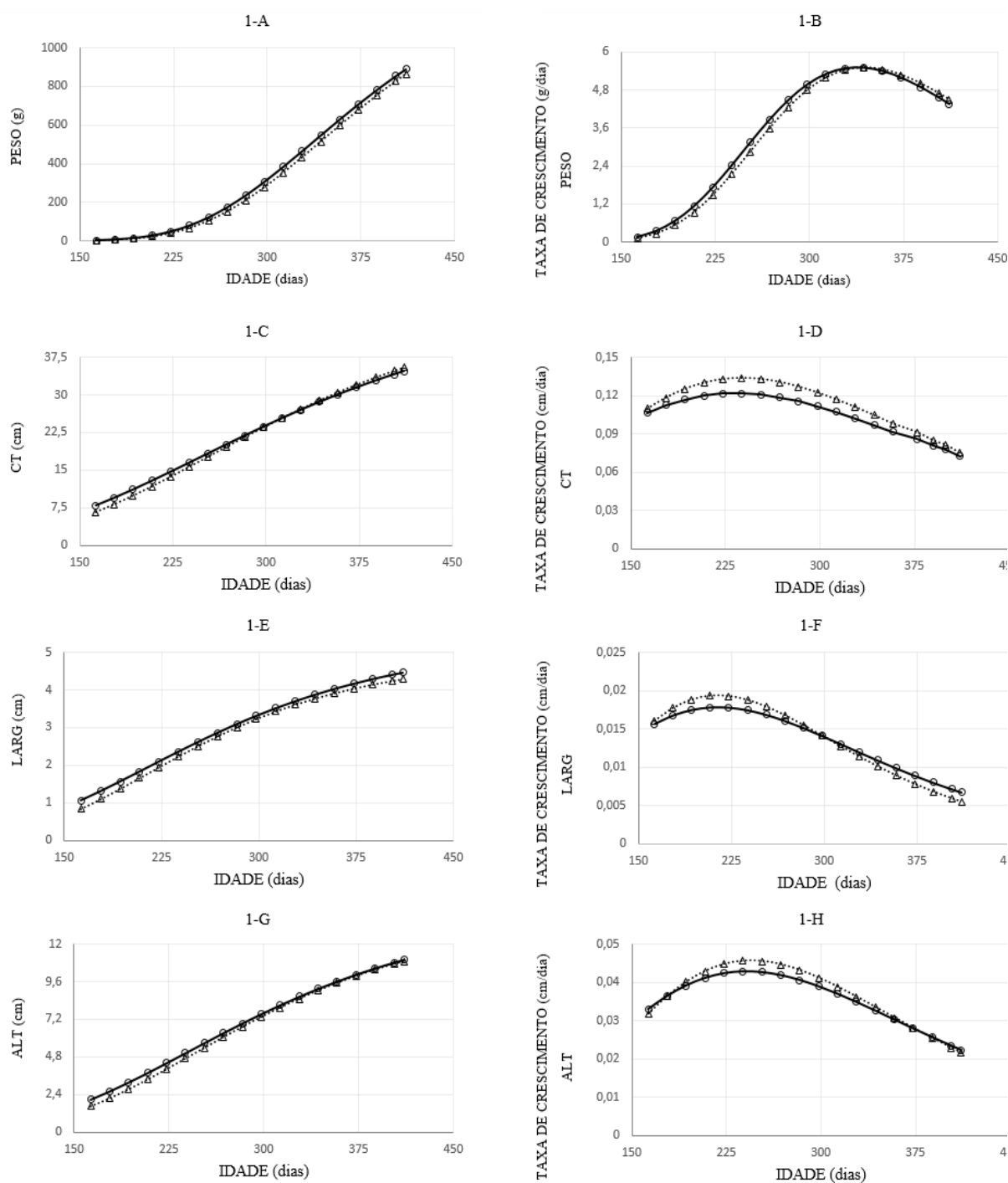


Figura 1 – Curvas de crescimento e taxa de crescimento, de machos puros e cruzados, para as características peso, comprimento total (CT), largura padrão (LARG) e altura padrão (ALT)

Os parâmetros estimados dos modelos de Gompertz para animais fêmeas encontram-se descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros estimados dos modelos de Gompertz, sem e com restrições e respectivas somas dos quadrados do resíduo da regressão (SQRR), para fêmeas para Peso, Comprimento total (CT), Largura padrão (LARG) e Altura padrão (ALT).

Parâmetros estimados dos modelos de Gompertz									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
PESO	a_i	1062,3	999,2	993,4	-	992,2	-	-	-
	b_i	0,00944	0,0101	-	0,0102	-	-	0,0103	-
	c_i	346,7	-	338,6	337,2	-	341,9	-	-
	a_j	743,4	885,3	875,8	-	885,3	-	-	-
	b_j	0,0124	0,0101	-	0,00920	-	-	0,0101	-
	c_j	319	-	337,1	350,3	-	352	-	-
	A	-	-	-	979,9	-	1008,4	933,2	951,6
	B	-	-	0,0102	-	0,0101	0,00943	-	0,0100
	C	-	338,4	-	-	338,4	-	337,7	340
	SQRR	1134736*	1138834	1138644	1142473	1138834	1152717	1182633	1182920
CT	a_i	43,9912	43,1858	41,6389	-	42,6467	-	-	-
	b_i	0,00650	0,00667	-	0,00693	-	-	0,00707	-
	c_i	247,4	-	239	240,1	-	240,3	-	-
	a_j	40,2536	40,7569	42,4296	-	41,2940	-	-	-
	b_j	0,00768	0,00755	-	0,00723	-	-	0,00708	-
	c_j	242,5	-	250	248,7	-	248	-	-
	A	-	-	-	42,0193	-	41,9134	42,1288	42,1147
	B	-	-	0,00708	-	0,00710	0,00711	-	0,00708
	C	-	244,3	-	-	244,5	-	245,3	245,2
	SQRR	11189,5	11193,1*	11236,5	11218,5	11360,5	11250,1	11572,3	11572,3
LARG	a_i	5,0663	5,0977	4,8732	-	4,9643	-	-	-
	b_i	0,00857	0,00849	-	0,00930	-	-	0,00992	-
	c_i	217,7	-	213,8	212,6	-	212,5	-	-
	a_j	4,6175	4,6011	4,7853	-	4,6947	-	-	-
	b_j	0,0100	0,0101	-	0,00925	-	-	0,00894	-
	c_j	219	-	222,3	223,9	-	224	-	-
	A	-	-	-	4,8391	-	4,8397	4,7982	4,8459
	B	-	-	0,00931	-	0,00931	0,00927	-	0,00927
	C	-	218,5	-	-	218,2	-	217,6	219
	SQRR	321,9	322*	323,2	323,5	325,2	323,5	333,2	337,4

	a_i	12,7365	12,5178	12,0791	-	12,3175	-	-	-
	b_i	0,00780	0,00800	-	0,00852	-	-	0,00898	-
	c_i	240,4	-	233,8	232,9	-	232,9	-	-
ALT	a_j	11,3369	11,4641	11,9229	-	11,6692	-	-	-
	b_j	0,00938	0,00923	-	0,00857	-	-	0,00844	-
	c_j	236,5	-	242,3	243,5	-	243,5	-	-
	A	-	-	-	12,0246	-	12,0224	11,8950	12,0357
	B	-	-	0,00857	-	0,00858	0,00855	-	0,00856
	C	-	237,9	-	-	238,1	-	237,3	238,9
SQRR		1459,4	1460,0*	1467,7	1468,4	1478,2	1468,5	1527,2	1534,5

185 i = animais puros; j = animais cruzados; Parâmetros a , b e c referem-se aos parâmetros do
 186 modelo de Gompertz. Parâmetros seguidos de letra maiúscula são comuns a todos os animais
 187 testados. * Modelo de melhor ajuste pela estatística X^2 ($P < 5\%$).

188

189 Em fêmeas, para a característica peso, o modelo 1 indicou que todos os parâmetros
 190 diferem entre fêmeas puras e cruzadas, onde animais puros apresentaram maior peso
 191 assintótico, porém com maior idade no ponto de inflexão e menor taxa de crescimento
 192 (Tabela 4; Figura 2-A).

193 Para as características morfométricas comprimento total, largura padrão e altura
 194 padrão foram encontradas diferenças nos padrões de crescimento, sendo que as fêmeas puras
 195 e cruzadas apresentaram mesma idade no ponto de inflexão, porém apresentaram maior
 196 tamanho assintótico, com uma menor taxa de crescimento relativo em relação às fêmeas
 197 cruzadas (Tabela 4; Figura 2-C; Figura 2-E, Figura 2-G).

198 Observou-se que machos e fêmeas exigiram modelos de regressão diferentes, com
 199 padrões de crescimento distintos, evidenciando o dimorfismo sexual da espécie (Tabela 3 e
 200 Tabela 4). Estudo comparativo com tilápias variedade GIFT criadas em tanque-rede constatou
 201 que existem diferenças no padrão de crescimento entre ambos os sexos, para peso e
 202 características morfométricas (Oliveira et al., 2013).

203

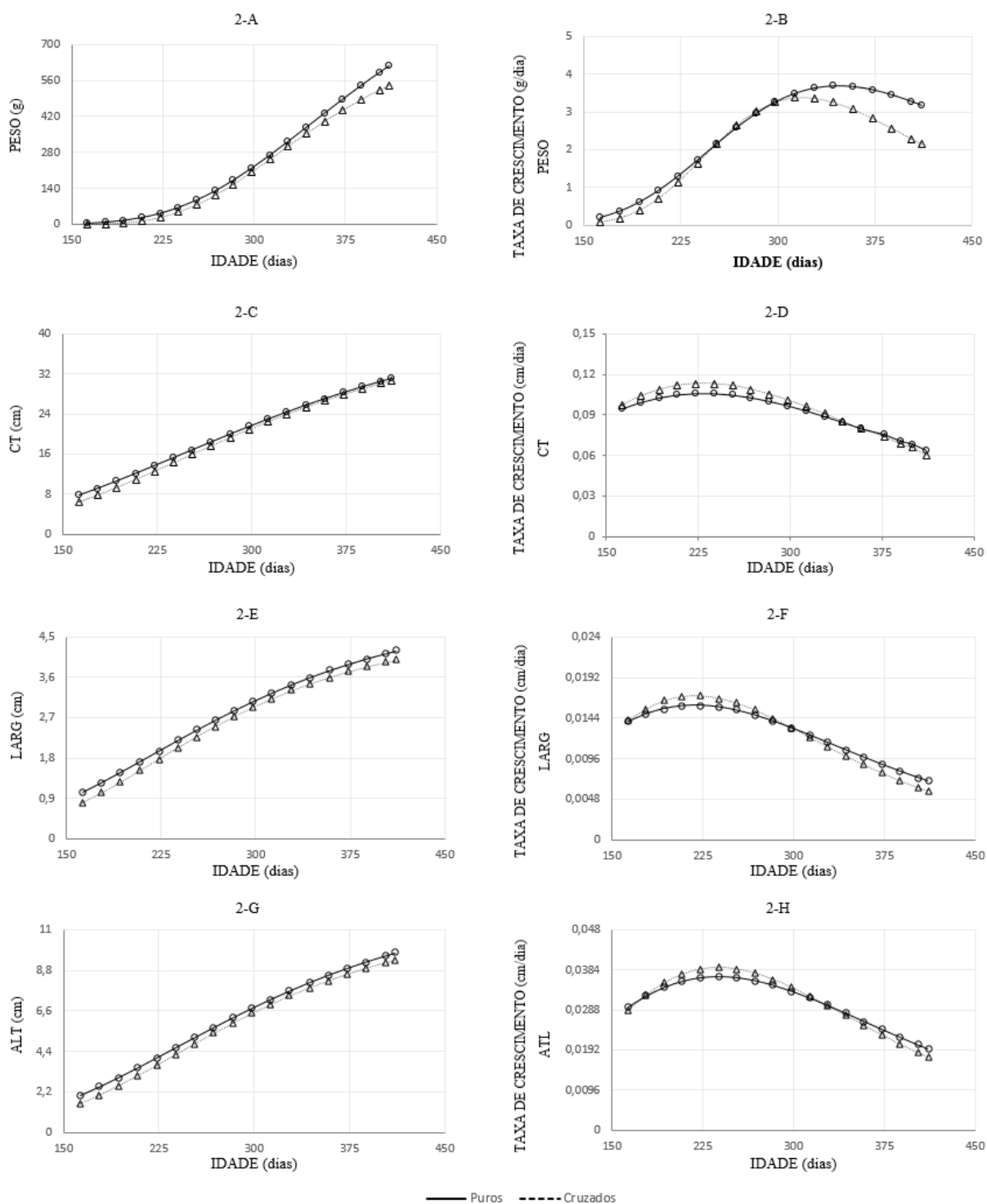


Figura 2 – Curvas de crescimento e taxa de crescimento, de fêmeas puras e cruzadas, para as características peso, comprimento total (CT), largura padrão (LARG) e altura padrão (ALT)

A prática da reversão sexual em tilápias, comum na tilapicultura, auxilia na economia energética durante o período reprodutivo, bem como evita o excesso populacional, através da

utilização de hormônios masculinizantes (Dias-Koberstein et al., 2007; Baroiller et al., 2008). Sua utilização não resulta no acúmulo de resíduos nos tecidos dos peixes revertidos (Curtis et al., 1991), porém as preocupações quanto sua liberação no meio ambiente e a postura dos consumidores em relação ao produto final persistem (Karayücel et al., 2005).

No presente estudo constatou-se que fêmeas puras apresentaram uma maior idade ao ponto de inflexão, em relação aos machos puros, mostrando-se mais tardias (Figura 1-B; Figura 2-B). Em situações de cultivo de ciclo curto e menor peso ao abate, para a produção de processados, estes resultados indicam que o cultivo monosssexo não precisaria ser praticado (Oliveira et al., 2013), reduzindo-se os custos de produção, bem como diminuindo riscos ambientais e melhorando a aceitação do produto final pelos consumidores.

Ao efetuar comparativo entre o incremento do peso em relação às características comprimento total, largura padrão e altura padrão, verificou-se que os animais, de ambos os sexos, puros e cruzados, atingiram idade no ponto de inflexão para a característica peso (337,9 e 346,7 machos e fêmeas respectivamente) mais tardiamente, em relação às demais características (comprimento total 247,8 e 244,3; altura padrão 240,9 e 237,9; largura padrão 214,1 e 218,5 para machos e fêmeas, respectivamente).

Ao avaliar os modelos de regressão não linear na descrição de curvas de crescimento de Piracanjubas, *Brycon orbignyanus*, foi observado menores idades no ponto de inflexão para as características altura, largura, comprimento e peso (Gomiero et al., 2009). O mesmo padrão de crescimento foi observado em estudo com tilápias (Oliveira et al., 2013).

Isso ocorre, pois durante o crescimento do animal, verifica-se o aumento inicial da largura seguido pela altura, comprimento e, finalmente pelo peso, (Elias, 1998 citado por Martins et al., 2009).

Ao relacionar as curvas e as taxas de crescimento na comparação entre animais dos diferentes grupos genéticos, observou-se que houve menor desaceleração das taxas de

crescimento de animais puros, em ambos os sexos, quando comparados com animais cruzados (Figura 1; Figura 2), explicando as diferenças favoráveis para os animais puros, para valores assintóticos nas variáveis largura padrão e altura padrão, nos machos e para todos os parâmetros nas fêmeas (Tabela 3 e Tabela 4).

Observou-se que, independente da característica avaliada, bem como do sexo e do grupo genético, os animais mantiveram seu crescimento em decorrência de sua idade, embora com diferentes taxas de crescimento (Figura 1). Isso se deve ao fato de que os peixes, diferente da maioria dos vertebrados, apresentam crescimento contínuo (Gamito, 1998). Ao efetuar estudo comparativo de três linhagens de tilápia, criadas em tanque-rede, observou-se que houve uma tendência positiva e crescente de incremento para o crescimento do peso e do comprimento total, porém com diferentes velocidades de crescimento (Tenório et al., 2012).

Ao testar machos e fêmeas de tilápias GIFT foi observado que machos e fêmeas alcançaram a idade no ponto de inflexão com cerca de 300 dias de cultivo, apresentando idades no ponto de inflexão semelhantes as encontradas nesse estudo, porém com animais com idade média no início do cultivo de 60 dias de vida (Oliveira et al., 2013).

Constatou-se que os animais do presente estudo, de ambos os sexos, alcançaram a idade no ponto de inflexão em breve espaço de cultivo. Em animais puros, a idade no ponto de inflexão foi de 160 e 165 dias de cultivo, para machos e fêmeas, respectivamente, para o parâmetro peso. Para as características comprimento total, largura padrão e altura padrão, animais puros atingiram o ponto de inflexão com 70; 35 e 40; 60 e 58 dias de cultivo, para machos e fêmeas, respectivamente.

Esse rápido crescimento observado pode ter ocorrido por conta do crescimento compensatório dos mesmos (Montserrat et al., 2007), sendo esse período definido como uma fase de crescimento acelerado em que as condições normais de cultivos são restabelecidas após período de depressão no crescimento.

Conclusões

A estimação das curvas de crescimento demandou o uso de modelos de regressão não linear distintos para animais puros e cruzados, para ambos os sexos, indicando padrões de crescimento diferentes entre os grupos genéticos avaliados.

Para machos, os padrões de crescimento apontaram diferenças na idade no ponto de inflexão. Em fêmeas, os padrões de crescimento apontaram diferentes taxas relativas de crescimento na idade no ponto de inflexão e valores assintóticos.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS e à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao grupo de pesquisa PeixeGen, da Universidade Estadual de Maringá – UEM, pela disponibilização dos dados utilizados neste trabalho.

Referências

- BAROILLER, J.F.; D’COTTA, H.; BEZAULT, E.; WESSELS, S.; HOERSTGEN-SCHWARK, G. Tilapia sex determination: where temperature and genetics meet. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, v. 153, n. 1, p. 30–38, 2008.
- BRASIL. Ministério da Aquicultura e Pesca. **Boletim estatístico da pesca e da aquicultura 2011**. Brasília, DF, 2013. 60 p.
- CARNEIRO, P.C.V.; URBINATI, E.C. Salt as a stress response mitigator of matrinxã *Brycon cephalus* during transport. **Aquaculture Research**, v. 32, n. 4, p. 297-304, 2001.
- CASAS, G.A.; RODRIGUES, D.; TÉLLEZ, G. A. Propriedades matemáticas del modelo de Gompertz y su aplicación al crecimiento de los cerdos. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuárias**, v. 23, n. 3, p. 349 – 358, 2010.

- 285 CURTIS, L.R.; DIREN, F.T.; HURLEY, M.D.; SEIM, W.K.; TUBB, R.A. Disposition and
286 elimination of 17-methyltestosterone in Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 99, n. 1, p. 193-201,
287 1991.
- 288 DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; NETO, A.G.; STÉFANI, M.V.; MALHEIROS, E.G.;
289 ZANARDI, M.F.; SANTOS, M.A. dos. Reversão sexual de larvas de tilapia do Nilo
290 (*Oreochromis niloticus*) por meio de banhos de imersão em diferentes dosagens hormonais.
291 **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 5, n. 4, p. 391-395, 2007.
- 292 GAMITO, S. Growth models and their use in ecological modeling: an application to a fish
293 population. **Ecological Modeling**, v. 113, p. 83-94, 1998.
- 294 GÓMEZ, D.A.A.; MUÑOZ, M.F.C.; BETANCUR, L.F.R. Modelación de las funciones de
295 crecimiento aplicadas a la producción animal. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuárias**.
296 v. 21, n. 1, p. 39-58, 2009.
- 297 GOMIERO, J.S.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, V.B.; SILVA, F.F.; RODRIGUES, P.B.;
298 LOGATO, P.V.R. Curvas de crescimento morfométrico de piracanjuba (*Brycon*
299 *orbignyanus*). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 882-889, 2009.
- 300 KARAYÜCEL, I.; AK, O.; KARAYÜCEL, S. Effect of temperature on sex ratio in gruppy
301 *Poecilia reticulata* (Peters 1860). **Aquaculture Research**, v. 37, n. 2, p. 1-12, 2005.
- 302 LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Prenatal and postnatal growth in mammals. In.:
303 LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R.; NOVAKOFSKI, J.E. **Growth of farm animals**. 3 ed.
304 CABI: Cambridge, 2012. p. 213-231.
- 305 McMANUS, C.M.; LOUVANDINI, H.; CAMPOS, V.A.L. Non linear growth curves for
306 weight and height in four genetic groups of horses. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, p.
307 80-89, 2010.

- 308 MARTINS, T.R.; SANTOS, V.B.; PERES, P.V.; SILVA, T.F. Variação da composição
309 química corporal de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com o crescimento. **Colloquium Vitae**,
310 v. 1, n. 2, p. 117-122, 2009.
- 311 MONTSERRAT, N.; GABILLARD, J.C.; CAPILLA, E.; NAVARRO, M.I.; GUTIÉRREZ, J.
312 Role of insulin, insulin-like growth factors, and muscle regulatory factors in the compensatory
313 growth of the trout (*Oncorhynchus mykiss*). **General and Comparative Endocrinology**, v.
314 150, n. 3, p. 462-472, 2007.
- 315 MOREIRA, A.A.; HILSDORF, A.W.S.; SILVA, J.V.; SOUZA, V.R. Variabilidade genética
316 de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microsatélites. **Pesquisa**
317 **Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 521-526, 2007.
- 318 OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, C.A.L.; MATSUBARA, B.J.A.; OLIVEIRA, S.N.;
319 KUNITA, N.M.; YOSHIDA, G.M.; RIBEIRO, R.P. Padrões de crescimento de machos e
320 fêmeas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT. **Revista Semina:**
321 **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 1891-1900, 2013.
- 322 REGAZZI, A.J.; SILVA, C.H.O. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade
323 de modelos de regressão não linear: dados no delineamento inteiramente casualizado. **Revista**
324 **de Matemática e Estatística**, v. 22, n. 3, p. 33-45, 2004.
- 325 ROSS, L.G.; GEDDES, J.A. Sedation of warm-water fish species in aquaculture research.
326 **Aquaculture**, v. 16, n. 2, p. 183-186, 1979.
- 327 TENÓRIO, I.V.; SOARES, M.C.F.; LOPES, J.P. Desempenho comparativo em tanques-rede
328 de três linhagens de tilápia do Nilo – *Oreochromis niloticus*: comum, chitralada e mestiço.
329 **Revista Biotemas**, v. 25, n. 1, p. 65-72, 2012.
- 330 VIEIRA, V.P.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.M.; POVH, J.A.; VARGAS, L.;
331 BARRERO, N.M.L. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de Tilápia do Nilo
332 (*Oreochromis niloticus*) em Maringá – PR. **Revista Acadêmica**, v.3, n.3, p. 19-26, 2005.

- 333 WINSOR, C.P. The Gompertz curve as a growth curve. **Proceedings of the National**
334 **Academy of Sciences**, v. 18, n. 1, 1932.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A piscicultura, em cenário nacional, é a atividade agropecuária de maior crescimento no país, contribuindo para isso diversos fatores, como grande disponibilidade de espécies de interesse comercial, disponibilidade de recursos naturais, condições climáticas favoráveis, presença de todas as etapas do setor produtivo, entre outros.

A utilização de medidas e razões morfométricas, bem como de curvas de crescimento, em estudos comparativos entre os sexos e entre diferentes grupos genéticos podem ser utilizadas na predição dos rendimentos corporais de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), além de serem procedimentos de baixo custo e que independem do abate do animal, constituindo-se em um aliado em programas de melhoramento genético.

Embora tenha sido encontrado um número razoável de estudos com animais puros, estudos comparativos entre animais puros e cruzados são escassos na literatura científica. Dessa maneira, sugerem-se que pesquisas com cruzamentos entre e interespecies sejam realizados, possibilitando o entendimento do desenvolvimento animal, permitindo que animais de grupos genéticos superiores sejam selecionados.