

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

**Crescimento de Diferentes Famílias da Tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*) da Linhagem GIFT**

Laice Menês Laice

CAMPO GRANDE- MS

2016

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

**Crescimento de Diferentes Famílias da Tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*) da Linhagem GIFT**

Autor: Laice Menês Laice

Orientador: Prof^o. Dr^o. Jayme Aparecido Povh

Co-orientador: Prof^o. Dr^o. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho

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

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE – MS

2016

“Respondeu-lhe Jesus: Estas coisas vos têm dito para que tenhais paz em mim, no mundo passareis por aflições, mas tendê bom animo; eu venci o mundo. ([João 16:33](#))”.

Bíblia Sagrada

Ao Glorioso Deus das alturas, O SENHOR DOS EXÉRCITOS por me conceber o direito a vida e zelar por ela.

Ao meu Pai Jacinto Laice (in memória), o arquiteto da minha massa cinzenta, eterno descanso.

Ao meu irmão Jó Demosther (in memória), que partiu desta sem previa despedida, eterno descanso.

A sigilosa mãe Micaela Marcelino António, por cada segundo de vida dedicado a minha educação e as dificuldades que passou para trazer aos seus filhos o bem estar.

Aos príncipes Laice Jr. e Aryuth da Achinel, que um dia possam compreender ausência do papai e que tudo que faço é pensando em um dia condicionar-vos o melhor.

E a minha esposa Achinel Manuel Madola, pela incrível paciência, por todos os sonos perdidos, cada segundo dedicada a educação da nossa filha as dificuldades que enfrentastes na minha ausência. Ai vai o amor incondicional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Rei da Glória, **O Senhor Jesus Cristo**, governador do meu coração e guia dos meus pés.

À minha amada esposa **Achinel Manuel Madola**, pela confiança, muita paciência e tamanha coração cheio de muito amor.

À minha querida mãe, **Micaela Marcelino Antônio**, pelo amor incondicional, apoio e dedicação para comigo.

Ao Prof. Dr. **Jayme Aparecido Povh**, pela orientação muito carinhosa, amizade e paciência durante este período de curso.

Ao Prof. Dr. **Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho**, pela co-orientação, amizade, exemplo de profissional, por todos os ensinamentos, enfim, nada que eu diga expressará minha tamanha gratidão.

Ao Prof. Dr. **Rafael Massinga** e Dr. **Norberto Gil Mucave**, pela força apoio e encorajamento durante a minha formação.

Aos meus irmãos **Jude Judy Laice, Rací Losã Laice, Midreth Laice, Berta, Benilde, Benemérta e Nelina Chume** pela cumplicidade e união.

A todos meus queridos sobrinhos, em particular **Alírio Rungo**, por tornarem a minha vida muito mais alegre.

À sigilosa amiga, irmã, companheira da fé **Karlla Guerra**, atenuadores dos meus sentimentos de insignificância e desamparos.

Aos amigos **Arnaldo Ofiço** e **Francisco Júnior**, pela amizade, paciência, convívio e por estender à mão no momento que mais precisei.

Aos eternos amigos do condomínio **Rozalino Sanka, Emmanuel Pande, Sarra e Arlete** por todos os momentos bons, pela amizade sincera e pela paciência durante nossa convivência.

Aos amigos e colegas de piscicultura **Letícia, Luana, Andre de Nascimento, Andre Nunes, Jonathan, Rabeca e Guilherme Sarphim** pelo convívio e por todos os momentos bons que passamos.

Ao **Instituto Superior Politécnico de Manica**, pela ótima formação.

À **Universidade Federal de Mato grosso do Sul- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ)**, pela oportunidade concebida e pela formação de pesquisador.

Ao programa da Bolsa **NICHO**, pelo apoio financeiro.

E a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para meu êxito pessoal e profissional.

O meu muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo Geral.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Potencial Aquícola do Mundo e do Brasil.....	3
3.2 Criação de Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	4
3.3 Melhoramento genético da tilápia do Nilo no Brasil.....	5
3.4 Crescimento.....	7
3.7 Modelos de Regressão Não-Linear.....	11
4 REFERÊNCIAS.....	14
CAPÍTULO 2 – ARTIGO	
Crescimento de diferentes famílias de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da variedade GIFT.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATÉRIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características das rações utilizadas durante a produção de diferentes famílias de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT.....	38
Tabela 2	Médias e desvios-padrão das características da água avaliadas durante o período experimental de produção da tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT em tanque-rede.....	38
Tabela 3	Parâmetros do modelo de Gompertz obtidos na avaliação do crescimento das famílias 6, 64, 118 e 120 de tilápia de Nilo da linhagem GIFT cultivadas em tanques-rede, para variáveis peso corporal, comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, comprimento da cabeça, Altura do corpo 1 largura de corpo 1.....	39
Tabela 4	Desempenho na quarta biometria - médias de mínimos quadrados para peso e outras variáveis morfométricas: Comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, altura de corpo 1, altura de corpo 2, altura de corpo 3, altura caudal, largura de corpo 1, largura de corpo 2, largura de corpo 3, largura caudal, altura da cabeça, comprimento da cabeça, largura da cabeça de diferentes famílias de tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT cultivadas em tanques-rede.....	40
Tabela 5	Desempenho na quinta biometria - médias de mínimos quadrados para peso e outras variáveis morfométricas: Comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, altura de corpo 1, altura de corpo 2, altura de corpo 3, altura caudal, largura de corpo 1, largura de corpo 2, largura de corpo 3, largura caudal, altura da cabeça, comprimento da cabeça, largura da cabeça de diferentes famílias de tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT cultivadas em tanques-rede.....	41
Tabela 6	Médias para as características de desempenho, para peso e variáveis morfométricas: comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, altura de corpo 1, altura de corpo 2, altura de corpo 3, altura caudal, largura de corpo 1, largura de corpo 2, largura de corpo 3, largura caudal, altura da cabeça, comprimento da cabeça, largura da cabeça e entre machos e fêmeas de famílias de tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Exemplar da Tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	4
Figura 2	Medidas morfométricas realizadas para a tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT. Comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento padrão sem cabeça (CPScab), altura da cabeça (Acab), altura do corpo 1 (Alt.1), altura do corpo 2 (Alt. 2), Altura do corpo 3 (Alt.3), Altura do pedúnculo caudal (Acaud), Largura do corpo 1 (Larg.1), Largura do corpo 2 (Larg.2), Largura do corpo 3 (Larg.3) e Largura do pedúnculo caudal (LCaud).....	25
Figura 3	Dendograma resultante da análise de agrupamento a partir do peso e de cinco medidas morfométricas (CP, CPScab, Ccab, Alt.1 e Larg.1) para 14 famílias de tilápia Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT.....	28
Figura 4	Curva de crescimento para peso corporal (g) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT....	29
Figura 5	Curva de crescimento para comprimento total (CT) comprimento padrão (CP) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT.....	29
Figura 6	Curva de crescimento para comprimento padrão sem cabeça (CPScab) comprimento de cabeça (Ccab) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT....	30
Figura 7	Curva de crescimento para altura de corpo 1 (Alt.1) e largura de corpo 1 (larg.1) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) da linhagem GIFT.....	30

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar o crescimento de diferentes famílias de tilápia do Nilo da variedade GIFT (*Genetic Improvement of Farmed Tilapia*). Utilizou-se nesta pesquisa um banco de dados de 14 famílias, referente à sétima geração de seleção para ganho de peso do programa de melhoramento genético, cedido pela Universidade Estadual de Maringá, com peso médio inicial de $81,00 \pm 10,80$ g. As famílias foram submetidas à análise de agrupamento com base nas distâncias de *Mahalanobis*, calculada a partir de sete medidas corporais. Quatro famílias foram selecionadas para comparação das curvas de crescimento. Um modelo de regressão não linear de Gompertz foi utilizado para descrever as curvas de crescimento para peso, comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, comprimento de cabeça, altura de corpo 1 e largura de corpo 1, sendo o ajuste feito pelo método de Gauss Newton e as curvas comparadas pelo teste da razão de verossimilhança. Os resultados finais do desempenho em crescimento de todas as famílias foram comparados nas duas últimas biometrias. Após a análise de variância as médias foram separadas pelo algoritmo de Agrupamento de Scott Knott. Foram obtidas diferenças na forma de crescimento em peso e nas demais características morfométricas entre as famílias. A família 6 obteve um crescimento precoce e família 120 a mais tardio. A diferença de peso final entre famílias foi superior a 37,6% na 4ª biometria e 32,8% para 5ª biometria. Não houve interação entre sexo e famílias. Os machos apresentaram valores superiores que as fêmeas para peso. Nas características morfométricas: comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, comprimento de cabeça, altura de corpo 1 e largura de corpo 1 os machos também apresentaram maior tamanho ($P < 0,05$) em relação as fêmeas, com porcentagens de 5,19%, 6,83%, 5,79%, 8,03%, 8,06%, 7,10%, 5,6%, 9,34% e 9,76%, respectivamente. Concluí-se que existem grandes diferenças no crescimento entre famílias de tilápia de Nilo da variedade GIFT e entre sexos.

Palavra passe: modelo Gompertz, melhoramento genético de peixes, linhagens de tilápia.

ABSTRACT

This study aimed to compare the growth of different families of Nile tilapia variety GIFT (Genetic Improvement of Farmed Tilapia). Was used in this research a database of 14 families, referring to the seventh generation of selection for weight gain of the breeding program, given the State University of Maringa, with initial weight of 81.00 ± 10.80 g. The families were subjected to cluster analysis based on the Mahalanobis distances calculated from seven body measurements. Four families were selected for comparison of the growth curves. A non-linear regression model of Gompertz was used to describe the growth curves for weight, total length, standard length, standard length without head, head length, body height 1 and width of body 1, and the adjustment made by the method Gauss Newton and the curves were compared by likelihood ratio test. The final results of the performance growth of all households were compared in the last two biometry. After analysis of variance means were separated by Scott Knott grouping algorithm. differences were obtained in the form of growth in weight and in other morphometric characteristics among families. The family got 6 early growth and family 120 to later. The final weight difference between families was higher than 37.6% in the 4th biometrics and 32.8% for 5th biometrics. There was no interaction between sex and families. Males had higher values than females for weight. In the morphometric characteristics: total length, standard length, standard length without head, head length, body height 1 and width of body 1 males also showed larger ($P < 0.05$) than females, with 5 percentages, 19%, 6.83%, 5.79%, 8.03%, 8.06%, 7.10%, 5.6%, 9.34% and 9.76%, respectively. It is concluded that there are major differences in growth between tilapia families of the Nile GIFT range and gender.

Index Terms: Gompertz model, breeding fish, tilapia strains.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1- INTRODUÇÃO

A Aquicultura continental é uma atividade antiga, com registros da época do império egípcio (FIGUEIREDO e VALENTE, 2008). Todavia, esta atividade começou a ganhar destaque a partir da década de 90 (FAO, 2010).

Nos últimos anos a produção de peixe tem apresentando grande aumento no mundo. Em 2011 a produção mundial alcançou cerca de 180 milhões de toneladas (t) de pescado, com destaque a China com 47,8 milhões de t, Indonésia com 6,3 milhões e Índia com 4,6 milhões de t, enquanto o Brasil em 17º lugar, com cerca de 480 mil t de peixe (CARVALHO, 2006).

Em 2014, a produção de peixes no Brasil com cerca de 470 mil t. Segundo dados estatísticos de IBGE (2015), esta produção aquícola tem sido determinado pela exploração econômica da piscicultura no Brasil, com maior destaque para tilápia do Nilo. A tilápia do Nilo é uma espécie oriunda da região Leste da África (bacia do rio Nilo), pertencente à família Cichlidae (GALLI e TORLONI, 1999). Encontra-se cultivada em quase todo mundo, com maior predominância em regiões de clima tropical e subtropical, como o caso da Ásia (Israel, China, Indonésia, Filipinas e Formosa), USA, México, Panamá e toda a América do Sul (CARVALHO, 2006).

No Brasil a sua introdução foi em 1971, por intermédio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) no Nordeste do país (CASTAGNOLLI, 1996). Atualmente a tilápia do Nilo representa o organismo aquático mais produzido no Brasil, com mais 41,8% do total da produção nacional (IBGE, 2015).

A ampliação da demanda de consumo e de comercialização levou à necessidade de se desenvolver variedades de tilápia nilótica de rápido crescimento, com fácil adaptação a diferentes sistemas de cultivo e menor custo de produção como, por exemplo, da variedade GIFT (NOGUEIRA, 2007). O programa de melhoramento genético da GIFT no Brasil iniciou em 2005 com importação de 30 famílias, pela Universidade Estadual de Maringá por meio de convenio com o *World Fish Center, Malásia* (RESENDE et al., 2010). Em cinco

gerações do programa de melhoramento da tilápia do Nilo da variedade GIFT, iniciado em Maringá- PR, conseguiram melhorar o ganho de peso corporal em aproximadamente 15%, este material genético encontra-se distribuída por quase todo o Brasil (OLIVEIRA et al., 2011).

Rápidas respostas nos programas de melhoramento seleção podem levar a grande redução na variabilidade genética das características selecionadas. O acompanhamento da variabilidade genética das características de interesse pode auxiliar nas condições dos programas de seleção.

Estudos ligados ao crescimento de peixes constituem instrumentos de imensa importância na resolução de problemas da produção. As informações geradas neste estudo permitem como ocorre o crescimento em peso e das outras demais características morfométricas, que possibilitam determinar os padrões de desenvolvimento, os quais podem influenciar nas práticas adotadas no setor produtivo e ainda no desenvolvimento dos programas de melhoramento genético.

2 - OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Objetivou-se comparar o crescimento de diferentes famílias de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT.

2.2. Objetivos específicos

I. Comparar as curvas de crescimento para características de corporais de diferentes famílias de tilápia do Nilo da variedade GIFT;

II. Comparar o peso e outras medidas corporais de diferentes famílias de tilápia do Nilo da variedade GIFT;

III. Verificar se o efeito de sexo influencia na comparação entre diferentes famílias de tilápia do Nilo da variedade GIFT.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Potencial Aquícola do Mundo e do Brasil

A produção mundial de pescado (marinho e continental) cresceu 3% em 2011, Em relação ao ano de 2009, atingindo um total de 168 milhões t, com destaque para China com aproximadamente 63,5 milhões t, Indonésia com 11,7 milhões t e Índia com 9,3 milhões t, enquanto que o Brasil encontra-se em 19º lugar com quase 1,4 milhões de t (CODEVASF, 2013).

Referente à produção de pescado da América do Sul, os dados do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA mostram o Brasil em 2011, posicionado em 3º lugar, atrás de Peru e Chile, com 4,4 e 3,8 milhões t, respectivamente. Esta estatística do MPA mostra que a maior produção mundial em aquicultura em 2011, manteve-se com a China, com cerca de 47,8 milhões de t, seguidos pela Indonésia e Índia com 6,3 milhões e 4,6 milhões de t, respectivamente, sendo que o Brasil ocupava 17º lugar, com cerca de 480 mil t. (BRASIL, 2013), registrando um crescimento de 52,2% em relação à produção de 2009. Os dados também revelam crescimento notável na aquicultura continental com aumento de 86,6% de produção, e uma redução de produção marinha no ano de 2011 em 13,4% (CODEVASF, 2013).

Em relação ao pescado, o Brasil em 2011 teve uma produção em torno de 1.431.974,4 t, com destaque a pesca extrativa marinha que foi responsável por cerca 38,7% da total produção, seguida pela aquicultura continental, pesca extrativa continental e aquicultura marinha com 38,0%, 17,4% e 6,0%, respectivamente (CODEVASF, 2013). No entanto, tem se observado ao longo dos anos um aumento contínuo da aquicultura, e uma permanência estática do extrativismo (IBGE, 2015).

Em 2014, a produção de peixes sofreu uma queda de 1,06%, quando comparado ao ano de 2011, registrando cerca de 470 mil t., sendo liderado com a região norte com 29,4% de produção total; Sul com 21,5%; Centro-Oeste com 19,2%; nordeste com 18,6% e por último a região de Sudeste com 11, 3% (IBGE, 2015). Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de organismos aquáticos no continente americano, ficando atrás do Chile (IBGE, 2015). Os principais aumentos de produção estão ocorrendo em espécies de

peixe de água doce, com maior destaque de produção a tilápia, o organismo aquático mais produzido na piscicultura brasileira (IBGE, 2015).

3.2. Criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia de Nilo é oriunda do continente africano na bacia do rio Nilo, leste da África (CARVALHO, 2006). Esta espécie é produzida em mais de 100 países de climas quente a temperado (COWARD e BROMAGE, 2000; LÈVEQUE, 2002), e adapta-se facilmente em regiões tropicais, onde a temperatura varia entre 25 e 30°C (GONZÁLEZ e QUEVEDO, 2001).

A tilápia do Nilo é um peixe de água doce que vem sendo cultivada á 2000 anos a.c. e pertence à família Cichlidae na qual fazem parte cerca de 70 espécies (ZANIBONI FILHO, 2004). Segundo Nelson (1984), a tilápia do Nilo enquadra na seguinte categoria taxonômica:

Reino: Animal

Filo: Chordata

Superclasse: Gnathostomata

Classe: Osteichthyes

Subclasse: Actinopterygii

Ordem: Perciformes

Família: Cichlidae

Gênero: *Oreochromis*

Espécie: *Oreochromis niloticus* (Fig.1).



Figura 1 - Exemplar da Tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Fonte: ([http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis niloticus](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus)).

A tilápia de Nilo é uma espécie que possui crescimento rápido, resistência a doenças, capacidade de suportar altas densidades de povoamento (produção intensiva), tolerância a baixos teores de oxigênio dissolvido, hábito alimentar onívoro, capacidade de filtração de plâncton, utilização da energia e proteína dos alimentos de origem animal e vegetal (SCHWARZ et al., 2011). Além disso, este peixe apresenta carne de grande aceitabilidade, comercializada normalmente na forma de filé, sem espinha, apresentando em média 75% de água, entre 3,4 a 8,5% de lipídeos, 20% de proteína e 2% de minerais, quando o manejo alimentar for adequado (FIGUEIREDO e VALENTE, 2008).

No Brasil, a introdução oficial da tilápia do Nilo ocorreu em 1971, com a importação da linhagem Bouaké, nos açudes nordestinos do país, pelo programa do DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca, em seguida a Chitralada em 1996, posteriormente as linhagens Supreme em 2002, e GIFT (*Genetic Improvement of Farmed Tilapia*) em 2005 (RESENDE et al., 2011). Atualmente a tilápia encontra-se difundida em quase todo o país, com maior representação as linhagens superiores da GIFT e da Supreme.

A China é o maior produtor da tilápia do Nilo no mundo, com 897.276 t, enquanto o Brasil ocupa a sétima posição no ranking com 253.824,1 t (BRASIL, 2013). Este quadro tem sido influenciado pelas linhagens melhoradas que atualmente o país possui. Espera-se que o Brasil, em breve seja um dos maiores produtores desta espécie, tendo em vista o aumento da oferta e consumo de tilápia, o potencial zootécnico, disponibilidade de recurso hídrico (12% de reservatório de água doce do planeta), clima favorável, terra e disponibilidade de grãos para as rações (KUBITZA, 2005).

3.3. Melhoramento genético da tilápia do Nilo no Brasil

A crescente demanda associada à baixa oferta de tilápia no mercado nacional motivou a necessidade de obtenção de linhagens com maior desempenho zootécnico e com adaptação a diferentes sistemas de produção (PEZZATO et al., 2004).

Em 2002, houve a introdução da primeira variedade melhorada geneticamente no Brasil (Supreme) e posteriormente, em 2005, a introdução da linhagem GIFT. No Brasil, o programa de melhoramento da linhagem GIFT, começou em 2005 com a introdução de 30 famílias, na Universidade Estadual de Maringá por meio de convênio com o World Fish Center, com o apoio da Secretaria de Aquicultura e Pesca - SEAP, atual Ministério de Pesca e Aquicultura (RESENDE et al., 2010). A variedade GIFT foi resultado de programa de melhoramento genético da tilápia do Nilo, pelo World Fish Center-Malásia, inicialmente domesticada pelo *International Center for Living Aquatic Resources Management* (ICLARM) e posteriormente pelo *World Fish Center*, por meio de cruzamento de quatro linhagens africanas selvagens oriundas de Gana, Egito, Quênia e Senegal e quatro linhagens domesticada na Ásia (de proveniência egípcia), cultivadas nas Filipinas, Israel e Tailândia (RIBEIRO e LEGAT, 2008).

Os peixes importados foram mantidos em hapas separadas e identificados com microchips, e durante o período reprodutivo, foram utilizados 60 machos e 120 fêmeas, baseando em sistema de acasalamento hierárquico, para aumentar a variabilidade genética do plantel e o maior controle sobre a consanguinidade (RIBEIRO e LEGAT, 2008). O objetivo de programa de melhoramento genético é aumentar a taxa de crescimento, utilizando critério de seleção o ganho de peso médio diária feito por meio de acompanhamento individual de animais e de realização de biometrias mensais das progênes (OLIVEIRA et al., 2011).

O programa de melhoramento genético da tilápia Nilo da linhagem GIFT, durante 4 anos de acasalamento conseguiu registrar resultados expressivos para características de interesse econômico, com aumento da taxa anual de 0,0528 g/dia para peso diário, representando ganho anual de aproximadamente 4% e ganho genético acumulado de 18,26% (OLIVEIRA et al., 2011), e a cada geração tem se notado aumento da média dos valores genéticos para as características de ganho de peso diário e do ganho genético, com impacto evidente no tamanho do corpo do animal (RIBEIRO e LEGAT, 2008).

Entretanto, a GIFT melhorada pela UEM encontra-se distribuída em aproximadamente 100 produtores por quase todo país, além de núcleos de seleção em Cuba e Uruguai com objetivo de disseminar e divulgar a variedade melhorada (OLIVEIRA et al., 2011).

3.4 Crescimento

O crescimento de um organismo animal é um mecanismo fisiológico complexo que ocorre desde a concepção do indivíduo e pode ser entendido como as mudanças que promovem aumento de peso, altura, comprimento e circunferência ao longo da idade, regulado pela miogênese que resulta da ativação de vários mecanismos bioquímicos e fisiológicos (RODRIGUES FILHO et al., 2011).

Segundo Royce (1996), a definição de crescimento pode variar conforme o organismo, indivíduo ou população como um todo, devido às diferenciações das partes do organismo, as quais podem crescer em taxas diferentes. Portanto, a compreensão dos processos envolvidos no crescimento, como mudanças de tamanho, forma e composição corporal dos animais domésticos é fundamental para o entendimento de todos os aspectos da produção e as alterações dinâmicas que ocorrem no animal (LOPES, 2010).

O processo de crescimento sofre variações decorrentes de fatores intrínsecos e extrínsecos que proporcionam variações entre as fases da vida do animal (DIBIASI, 2006). Essas variações são medidas pelo peso e ganhos de peso nessas diferentes fases, baseado na multiplicação celular e no aumento do volume das células (SOUSA, 2007).

Animais de produção podem apresentar crescimento diferenciado dependendo do sexo. Um exemplo prático acontece em ruminantes, onde machos são mais pesados que as fêmeas (SOUSA, 2007). Em aves: patos e galinhas, a diferença de peso entre sexos é marcante, com machos pesando mais, em torno de 15 a 40% em relação às fêmeas (TAKAHASHI et al., 2012). Em algumas espécies de peixes, a fêmea cresce mais como, o caso de salmão e da truta (LOPES, 2010). Na tilápia, o macho apresenta maior crescimento em relação às fêmeas e, portanto, no setor produtivo tem sido priorizada a

produção de peixes revertidos para macho (OLIVEIRA et al., 2013). O conhecimento e o controle de dados de crescimento constituem instrumento de importância que podem ser explorados em programa de seleção animal (Dumas et al., 2010)

Um dos primeiros trabalhos de crescimento foi realizado por Lawes e Gilbert (1960). Atualmente vários estudos com mesmo interesse têm sido realizados com objetivo de descrever o crescimento visando auxiliar o manejo produtivo (TEIXEIRA e DELFA, 2006). A análise do crescimento permite avaliar o tamanho dos animais em diferentes idades, sexo e ambiente na qual o animal está inserido (MORAES, 2003).

Na produção de carne, devem-se destacar aspectos relacionados à carcaça, pois o peso, características morfométricas e rendimentos da carcaça são critérios que permitem enriquecer a avaliação do desempenho animal (BOSWORTH et al., 1998). O rendimento de carcaça é um dos principais fatores relacionado à qualidade da carne (COLOMBER-ROCHER et al., 1988). O rendimento de carcaça é determinado pelos diversos componentes corporais do animal, e a qualidade de uma carcaça depende do peso e de outras características corporais do animal, sendo que, para melhorar essa qualidade, torna-se necessário o conhecimento da morfometria do animal.

Na piscicultura, as medidas morfométricas contribuem para a descrição das formas de corpo dos peixes (BOSWORTH et al., 1998), através do peso e das medidas em locais específicos do corpo do animal vivo (CREPALDI et al., 2008; RODRIGUES FILHO et al., 2011). Estas medidas permitem descrever a forma do corpo e obter informações sobre as características de interesse produtivo, auxiliando na escolha de reprodutores no plantel visando o melhoramento genético, o manejo, a ambiência e na determinação da idade ao abate que proporciona maior quantidade e melhor qualidade da carne (PINHEIRO et al., 2006; CREPALDI et al., 2008).

Em peixes também se recomenda o uso de medidas morfométricas especiais visando obter informações associada à influência exercida sobre o peso, rendimento de filé e a utilização de expressões matemáticas capazes de

gerar informações sobre o volume corporal dos peixes e para estimar a produtividade e redução dos custos de produção (MORAES, 2003).

Rutten et al. (2005), avaliando rendimento de filé de três linhagens de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), concluíram que as informações do peso corporal e de rendimento da carcaça permitem estimar a produtividade e a redução dos custos, conseqüentemente o aumento de lucro na produção.

Os peixes tem capacidade diferencial de acumular a massa muscular em determinados pontos do corpo durante seu crescimento, que influenciam no formato e no rendimento da carne, sendo que este processo é distinto para cada espécie (CONTRERAS-GUSMÁN, 1994). Peixes fusiformes e de cabeças pequenas apresentam rendimentos de filé superior a 54%, enquanto, os peixes comprimidos nos lados e os de cabeças pequenas o rendimento filé é inferior a 42% (EYO, 1993). Segundo Boscolo et al. (2001) quanto maior for a relação largura/comprimento e largura/altura em peixes, melhor será o rendimento.

Do ponto de vista tecnológico, o entendimento sobre as medidas morfométricas em peixes é imprescindível, visto que permite determinar o padrão ou tamanho ideal do peixe para o abate, para um melhor rendimento de carne, na qual cumprirá as exigências do mercado consumidor (PINHEIRO et al., 2006). O rendimento da carcaça animal está diretamente relacionado a medidas morfométricas (peso, comprimento total e padrão, largura do corpo, tamanho da cabeça, entre outras medidas). O rendimento de filé em peixe está relacionado ao peso bruto dos animais, cujos valores variam entre 25,4 a 42% (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Além do peso bruto, as medidas morfométricas podem ser utilizadas na avaliação da qualidade de carcaça como critério de seleção em programas de melhoramento e para obter resposta correlacionada no rendimento do filé (FREATO et al., 2005).

Existe uma forte relação entre o crescimento animal com a qualidade e a quantidade da carne, as quais são influenciadas pela alimentação, condições ambientais, sanitária e genética do animal (MAZZINI et al., 2003).

O conhecimento do processo de ganho de peso é de extrema importância, visto que possibilitam o planejamento e o aperfeiçoamento dos lucros na produção de carne, onde o peso e a massa corporal são alguns dos

indicadores usados para mensurar o crescimento animal (AFONSO et al., 2009).

O estudo das curvas de crescimento é um dos meios considerado prático e eficiente para avaliar o crescimento em animais (OLIVEIRA et al., 2000). As curvas permitem descrever a funcionalidade entre peso, idade e tamanho dos animais (GOTTSCHALL, 1999).

As curvas de crescimento possibilitam uma melhor avaliação dos indivíduos, permitindo planejar mudanças na curva de crescimento dos animais, por meio de seleção e otimização das estratégias de manejo (SILVA et al., 2004). As características das curvas de crescimento de diferentes espécies ou linhagens de animais são essenciais para identificação de animais precoces ou mais produtivos, e permite obter correlações entre as diferentes características para o processo de seleção em um programa de melhoramento genético (BARICHELO et al., 2009), bem como para estudo de populações ou de estoques de peixes (CRUZ, 2000). As propriedades essenciais das funções de crescimento permitem, mediante análise de algumas características, uma interpretação biológica, fornecendo estimativas de taxas de crescimento, grau e tamanho à maturidade dos animais (BARICHELO et al., 2009).

A relação entre as características de crescimento animal e o tempo pode ser descrita por modelos de regressão não lineares, os quais são compostos por três ou quatro parâmetros (FREITAS, 2005), como: peso assintótico superior, que representa o peso médio à maturidade ou peso adulto ou peso máximo em uma condição de criação; taxa de crescimento relativo, que descreve a velocidade de crescimento no ponto de inflexão; ponto de inflexão, que se refere ao momento em que o animal muda de uma fase de crescimento acelerada para uma fase de crescimento inibitória; e a constante integração, a qual não apresenta uma interpretação biológica direta (MANSUR et al., 1991; DAVIDIAN e GILTINAM, 1996).

Os modelos de regressão permitem avaliar o perfil das respostas de tratamentos ao longo do tempo; estudar as interações das respostas das subpopulações ou tratamentos em função do tempo; detectar animais pesados e mais precoces, assim como obter a variância entre indivíduos nas avaliações

genéticas (SILVA et al., 2004). Em muitos casos a curva de crescimento apresenta uma forma sigmoide que permite a interpretação de diversas fases da vida dos animais (BORGES, 2008). Segundo Draper e Smith (1980), na fase inicial da vida o crescimento é lento, depois seguido de um período autoacelerado no desenvolvimento atingindo o ápice no ponto de inflexão, e por último a fase de autodesaceleração, podendo chegar a um declínio acentuado na taxa de crescimento relativo.

O crescimento pode ser descrito e predito usando modelos matemáticos que são ajustados aos dados de crescimento empregando regressão não linear (DUMAS et al., 2010).

3.7 Modelos de Regressão Não-Linear Utilizados como Curvas de Crescimento

Existem vários modelos de regressão (lineares e não lineares) utilizados em curvas de crescimento. Mas, apenas alguns modelos tem se mostrado adequados para descrever curvas em animais, especialmente os de regressão não linear.

Um modelo de regressão é considerado não linear quando os seus parâmetros não são linearizáveis, mesmo quando sofrem transformações, uma vez que eles permitem estrutura de erros aditiva (REGAZZI e SILVA, 2004). O modelo não linear é utilizado para descrever o crescimento do animal ao longo do tempo, possibilitando avaliar os fatores genéticos e de ambiente que influenciam a forma da curva de crescimento (MAZZINI et al., 2005).

Os modelos não lineares também apresentarem parâmetros biologicamente interpretáveis, que servem para predizer taxas de crescimento, necessidades alimentares, peso à maturidade, graus de maturidade, servindo como critérios de seleção para programas de melhoramento animal e refletem a relação entre a idade do animal e o impulso de crescimento (MENDES, 2007).

Entre os vários modelos de regressão não linear utilizados para descrever as o crescimento em animais, o Exponencial e os da família Richards (Brody, Von Bertalanffy, Logística e Gompertz), são os mais utilizados

na descrição de curvas de crescimento em animais (OLIVEIRA et al., 2000; MAZZINI et al., 2003) e considerados modelos modernos que se ajustam mais facilmente para a descrição de crescimento de animais aquáticos (FREITAS, 2005; SILVA et al., 2010).

Estes modelos têm sido bastante utilizados em peixes. Gomiero et al. (2009) determinaram que os modelos Brody e de Von Bertalanffy foram melhores para descrever o crescimento morfométrico da espécie da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*); Mello et al. (2015) utilizaram o modelo de Gompertz como sendo o ideal para o crescimento de machos e fêmeas de tambaquis (*Colossoma macropomum*). Para Santos et al. (2007), a função de Gompertz, descreveu adequadamente o padrão de crescimento do incremento de peso de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) de até 800 g.

Existem vários modelos de regressão não linear de Gompertz utilizada para a descrição de curvas de crescimento animal, mas em produção de peixes apenas duas são mais distáveis, sendo:

$$y_i = A e^{-be - kt} \quad (1)$$

Onde:

y_i - peso (g) ou tamanho (cm) estimado à idade t ;

A - peso assintótico ou do peso-limite. O parâmetro A reflete a estimativa do peso nas últimas pesagens;

b - não possui interpretação biológica, porém é importante para modelar a curva sigmoidal desde o nascimento ($t = 0$) até a idade adulta ($t \rightarrow \infty$) do animal;

k - taxa de crescimento relativo;

t - idade (dias).

$$y_i = A \cdot e^{-e - B * (t-C)} \quad (2)$$

Onde:

y_i - peso (g) ou tamanho (cm) estimado à idade t ;

A - peso (g) ou tamanho (cm) assintótico quando *t* tende o mais infinito, ou seja, este parâmetro pode ser interpretado como peso ou tamanho à idade adulta;

B - crescimento relativo no ponto de inflexão (g/dia por g ou cm/dia por cm);

C - idade no ponto de inflexão (dias);

t - idade (dias);

e - 2,718281828459.

Esta última função de Gompertz tem propriedades desejáveis que possibilitam descrever a curva de crescimento, diferentemente das outras funções, que a massa corporal inicial é superior à zero (FIALHO, 1999). A função de Gompertz também pode ser usada para descrever o crescimento em peso, comprimento e ou em largura (BORGES, 2008).

Estudo de crescimento em peixes permite condensar informações de série de dados em parâmetros biologicamente interpretáveis, que podem ser utilizados na identificação de indivíduos precoces ou mais produtivos em programas de melhoramento genético.

4- REFERÊNCIAS

AFONSO, V. A. C.; QUIRINO, C. R.; DA COSTA, R. L.; SILVA, R. M. C. Aplicação de modelos não lineares no ajuste de curvas de crescimento em fêmeas ovinas (*Ovis áries*) da raça Santa Inês criadas na região norte fluminense/RJ, **Boletim da Indústria Animal**, v.66, n.2, p.115-120, Out. 2009.

BARICHELLO, F.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, P. F. Curvas de crescimento em altura de fêmeas Nelore, Aberdeen Angus x Nelore, Canchim x Nelore e Simental x Nelore nascidas em duas estações do ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2009.

BORGES, A.I.C. Interface “**Comparação de curvas de crescimento**”: **aplicação informática para o auxílio na comparação de curvas de crescimento de populações de peixes**. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) - Universidade do Porto, Porto. 123 p, 2008.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e Características de Carcaça de Machos Revertidos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Linhagens Tailandesa e Comum, na Fase Inicial e de Crescimento, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BOSWORTH, B. G.; LIBEY, G. S.; NOTTER, D. R. Relationship among total weight, body shape, visceral components, and fillet traits in palmetto bass (Striped bass female *Morone saxatilis* x white bass male *M. chrysops*) and paradise bass (Striped bass female *Morone saxatilis* x yellow bass male *M. mississippiensis*). **Journal of World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 29, n.1, p. 40-50, 1998.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura**. Brasília: 2013. 60p.

CARVALHO, E. D. Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas. **Relatório Científico - FAPESP**. v.22, n.4, p1-46, 2006.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.

CODEVASF – **Manual de criação de peixes em tanques-rede**. 2ª ed. Brasil. p.1-68, 2013.

COLOMBER-ROCHER, F.; DELAT, R.; SIERRA-ALFRANCA, I. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cuacattle. **Journal of Animal Science**, v.43, n.4, p.11-13, 1952.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 409p, 1994.

COSTA, A.C.; NETO REIS, R.V.; FREITAS, R.T.F.; FREATO, T.A.; LAGO, A.A.; SANTOS, V.B. Avaliação do crescimento de tilápias de diferentes linhagens através dos modelos não lineares. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.1, p. 561-564, 2009.

COWARD, K.; BROMAGE, N.R. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.10, n.2, p.1–25, 2000.

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 ultras-som. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 4, p. 813-824, 2008.

CRUZ, G.R.B. **Aplicação de modelos matemáticos no ajuste da curva de crescimento de caprinos no estado da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Areia. p1-84, 2000.

DIBIASI, N. F. **Estudo do crescimento, avaliação visual, medidas por ultrassonografia e precocidade sexual, em touros jovens pertencentes a vinte e uma raças de aptidão para corte**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p1-95, 2006.

DRAPER, N.R., SMITH, H. **Applied regression analysis**. 2. ed. Wiley, New York, p 709, 1980.

DUMAS, A.; FRANCE, J.; BUREAU, D. Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going? **Aquaculture Research**, v. 41, n.2, p. 161-181, 2010.

EYO, A. A. Carcass Composition and filleting yield of ten fish species from Kainji Lake: proceedings of the FAO expert consultation on fish technology in Africa. **FAO Fisheries Report**, v.34, n. 467, p.173-175, 1993.

FIALHO, F. B. **Interpretação da curva de crescimento de Gompertz**. Comunicado Técnico 237. Concórdia: Embrapa-CNPSA, p.1-4, 1999.

FIGUEIREDO, C. A. Jr.; VALENTE, A. S. V. Jr. **Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, Acre, 20 a 23 de julho de 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra>>. Acesso em: 2 de julho de 2015.

FREATO, T.A.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, V.B. Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.3, p.676-682, 2005.

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

GALLI, L. F; TORLONI, C.E.C. **Criação de Peixes**. São Paulo: Nobel. p 309 1999.

GOMIERO, J. S. G.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, V. B.; SILVA, F. F.; RODRIGUES, P. B.; LOGATO, P. V. R. Curvas de crescimento morfométrico de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.3, p. 882-889, 2009.

GOTTSCHALL, 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, p.169-192. 1999.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados de Produção da aquicultura por tipo de produto**. www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3940&z=t&o=21 acesso 15 2015.

KUBITZA, F. Tilápia em água salobra e salgada: Uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 15, n. 88, p. 14-18, mar./abr., 2005.

LÈVEQUE, C. Out of Africa: the success story of tilapias. **Environmental Biology of Fishes**, v. 64, p.461–464, 2002.

LOPES, L.S. Aspectos fisiológicos e estruturais que influenciam o desenvolvimento do tecido muscular. **Pubvet**, v.4, n18, p123, 2010.

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

MELLO, F.; OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P.; RESENDE, E. K.; POVH, J. A.; FORNARI, D. C.; BARRETO, R. V.; MCMANUS, C.; STREIT JR, D. Growth curve by Gompertz nonlinear regression model in female and males in tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 87, n.4, p 2309-2315. 2015.

MENDES, P. N.; MUNIZ, J. A.; SILVA, F. F.; MAZZINI, A. R. A. Modelo logístico difásico no estudo do crescimento de fêmeas da raça Hereford. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1984-1990, 2008.

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**, v.8, n. 3, p.19-32, 2003.

NELDER, J. A. **The fitting of a generation of the logistic curve**. Biometrics, Washington, v. 17, -110. 1961.

NELSON, J.S. **Fishes of the World**. 2 ed. John Wiley. p.89, 1984.

NOGUEIRA, A. C. Criação de tilápias em tanques rede. Salvador: SEBRAE, 23p. 2007.

OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, C. A. L.; MATSUBARA, B. J. A.; OLIVEIRA, S. N.; KUNITA, N. M.; YOSHIDA G. M.; RIBEIRO, R. P. Padrões de crescimento de machos e fêmeas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1891-1900, 2013.

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, H. N.; LÔBO, R. B.; PEREIRA, C. S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 9, p. 1843-1851, 2000.

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

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, p.196, 1994.

RESENDE, E. K.; OLIVEIRA, C. A. L.; LEGAT, A. P.; RIBEIRO, R. P. Melhoramento genético animal no Brasil: uma visão crítica - espécies aquáticas. In: Simpósio Brasileiro De Melhoramento Animal, 8, 2010, Maringá. **Anais...** Maringá: SBMA, 2010. CD-ROM.

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

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**, v. 8, n. 2, p. 1431-1443. 2011.

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**, v. 246, p. 101-113. 2005.

SCHWARZ, K. K; FURUYA, W. M; NATALI, M. R. M; MICHELATO, M; GUALDEZI; M. C. Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2634-2640, 2011.

SILVA, M. A. **Conceitos de Análise de Dados**, Cadernos Didáticos, Editora: FEPMVZ. Escola de veterinária, UFMG, Belo horizonte, p.189. 2005.

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

SOUSA, M. F. A. **Estimativas dos fatores genéticos e ambientais e da tendência genética sobre os pesos da desmama a um ano e meio de idade em bovinos nelore na região norte e sub-região meio - Norte do Brasil**. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, p. 76, 2007.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; MORI, C.; PIZZOLANTE, C. C; GARCIA, R. G. PAZ, I. C. A.; PELÍCIA, K.; SALDANHA, E. S. P. B.; ROÇA, J. R. O. Qualidade da carne de frangos de corte tipo colonial e industrial. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, n. 18, janeiro de 2012.

TEIXEIRA, A; DELFA, R. Utilização de ultra-sons na predição da composição de carcaças de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa . **Anais... João Pessoa. Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p.576-586. 2006.

CAPÍTULO 2

ARTIGO

**Crescimento de diferentes famílias de tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT**

Crescimento de diferentes famílias da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT

Resumo

O Objetivo deste estudo foi comparar o crescimento de diferentes famílias de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT. Foi utilizado um banco de dados de 14 famílias, referente à sétima geração de seleção para ganho de peso do programa de melhoramento genético, cedido pela Universidade Estadual de Maringá, com peso médio inicial variando entre 60 a 100g. As famílias foram submetidas à análise de agrupamento com base nas distâncias de *Mahalanobis*, calculada a partir de sete medidas corporais. Quatro famílias foram selecionadas para comparação das curvas de crescimento. O modelo Gompertz foi utilizado para descrever as curvas de crescimento para peso, comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, comprimento de cabeça, altura de corpo 1 e largura de corpo 1, sendo o ajuste feito pelo método de Gauss Newton e as curvas comparadas pelo teste da razão de verossimilhança. Os resultados finais do desempenho em crescimento de todas as famílias foram comparados nas duas últimas biometrias. Após a análise de variância as médias foram separadas pelo algoritmo de Agrupamento de Scott Knott. Foram obtidas diferenças na forma de crescimento em peso e nas demais características morfométricas entre as famílias. Não houve interação entre famílias e sexo. Nas duas biometrias as famílias diferiram nas medidas corporais. Os machos apresentaram valores superiores que as fêmeas para peso e para grande parte das características morfométricas. Concluiu-se que existem diferenças no crescimento entre famílias de tilápia de Nilo da linhagem GIFT.

Termos para Indexação: modelo Gompertz, melhoramento genético de peixes, linhagens de tilápia.

Growth of different families of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) of the GIFT strain

Abstract

The objective of this study was to compare the growth of different families of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) variety GIFT. We used a database of 14 families data relating to the seventh generation of selection for weight gain of the breeding program, given the State University of Maringa, with average weight ranging from 60 to 100g. The families were subjected to cluster analysis based on the Mahalanobis distances calculated from seven body measurements. Four families were selected for comparison of the growth curves. The Gompertz model was used to describe the growth curves for weight, total length, standard length, standard length without head, head length, body height 1 and width of body 1, and the adjustment made by Gauss Newton method and curves compared by likelihood ratio test. The final results of the performance growth of

all households were purchased in the last two biometry. After analysis of variance means were separated by Scott Knott grouping algorithm. differences were obtained in the form of growth in weight and in other morphometric characteristics among families. There was no interaction between families and sex. In the two biometry families were accepted on body measurements. Males had higher values than females for weight and for most of the morphometric characteristics. It was concluded that there are differences in growth among families of tilapia Nile of GIFT strain.

Index Terms: Gompertz model, breeding fish, tilapia strains.

INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo é o peixe mais produzido no mundo (FAO, 2015) e no Brasil (IBGE, 2015), com produção estimada no ano de 2014 de 4.400.000 t e 198.664, 464 t, respectivamente. O rápido crescimento, a qualidade da carne, a rusticidade e a resistência às doenças são algumas características que possibilitaram que este peixe estivesse entre os principais organismos aquáticos cultivados do mundo.

Um bom domínio das técnicas de cultivo, as qualidades zootécnicas da espécie e a facilidade de adaptação em sistemas intensivos de produção foram aspectos determinantes para o início do programa de melhoramento genético da tilápia do Nilo que deu origem a variedades *Genetic Improvement of Famed Tilapia - GIFT* (GUPTA e ACOSTA, 2004).

O crescimento da produção e intensificação dos sistemas de cultivo de tilápia do Nilo no Brasil motivam a busca constante por linhagens mais adaptadas e de desempenho superior, como exemplo, a introdução da tilápia do Nilo da linhagem GIFT, no ano de 2005, pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) em convenio com o World Fish Center de Filipinas (ALLAMAN et al., 2013).

A tilápia do Nilo da linhagem introduzida e melhorada geneticamente no Brasil pela UEM obteve em quatro gerações de seleção resultados expressivos para características de interesse econômico, com aumento da taxa anual de 0,0528 g/dia para peso diário, representando ganho anual de aproximadamente 4% (OLIVEIRA et al., 2011). Este programa de melhoramento genético

proporcionou a comercialização de reprodutores para alevinocultores de diversas regiões do país com objetivo de disseminar este material genético.

O crescimento dos peixes pode ser avaliado mediante curvas de crescimento obtidas por ajustes de modelos de regressão para peso e outras características morfométricas em função da idade do animal. Segundo Santos et al. (2007), as curvas de crescimento permitem condensar informações de série de dados em parâmetros biologicamente interpretáveis, que podem ser utilizados na identificação de indivíduos precoces ou mais produtivos em programas de melhoramento genético.

As funções não lineares mais utilizadas para descrever o crescimento em peixes são: a Exponencial (MALTHUS, 1798), Logística (NELDER, 1961), Brody (BRODY, 1945), von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1957) e Gompertz (GOMPERTZ, 1825). Entretanto, Costa et al. (2009), apontam Gompertz como sendo o modelo mais utilizado. Além disso, Fialho (1999) destaca que esta função tem propriedades desejáveis que possibilita descrever o crescimento em relação a outras funções de regressão não linear. A função de Gompertz tem sido preferencialmente utilizada em estudos de crescimento em peixes cultivados, como pode ser observado nos trabalhos de Santos et al. (2007), Amancio et al. (2014) e Mello et al. (2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento em peso e de outras características morfométricas em diferentes famílias de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT.

MATÉRIAS E MÉTODOS

As informações utilizadas para esta pesquisa foram provenientes do acompanhamento do crescimento de 45 famílias de tilápia do Nilo da variedade GIFT, produzidas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Os peixes foram oriundos da sétima geração de seleção para ganho de peso do programa de melhoramento genético.

A reprodução da tilápia do Nilo para formar a sétima geração de seleção da linhagem GIFT ocorreu na estação de piscicultura da Universidade Estadual

de Maringá (UEM), localizada no município de Floriano – PR (latitude de 23° 31' 8" S e longitude 52° 2' 21" O), por meio do manejo reprodutivo de coleta de ovos na boca. Durante o período de alevinagem os indivíduos de mesma família foram mantidos separadamente em hapas de 1 m³. Após atingirem peso de aproximadamente 15 g, os peixes foram identificados com microchips implantados na cavidade visceral. Posteriormente, os peixes jovens de diferentes famílias da linhagem GIFT foram conduzidos para a fazenda Lagoa Dourada, localizado em Nova Alvorada do Sul – MS (latitude de 21° 27' 51" S e longitude 54° 23' 3" O), local onde foi realizado o acompanhamento do crescimento durante o período de oito meses (junho de 2014 a janeiro de 2015).

Os peixes desta pesquisa após a identificação foram alocados juntos com outros peixes de outras variedades em tanques-rede de 18 m³ na densidade de 50 peixes/m³, os quais foram locados em uma barragem com alta renovação de água. Foram selecionadas 14 famílias GIFT com peso inicial entre 60 a 100 g para avaliação da curva de crescimento.

Durante o período experimental foram realizadas análises semanais das características da água em três pontos da barragem próximos aos tanques-rede. O oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram analisadas com o aparelho multiparâmetro YSI ProPlus; e a alcalinidade, dureza e amônia foram realizadas no laboratório utilizando a metodologia Standard Methods.

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com ração extrusada para peixes onívoros conforme Tabela 1. A quantidade de ração ofertada aos peixes foi ajustada a cada biometria conforme a biomassa variando de 8 a 1% de biomassa total para a fase inicial e final, respectivamente.

Durante o estudo foram realizadas cinco biometrias, sendo a primeira 15 dias após a estocagem (período de adaptação) e as demais em intervalos de aproximadamente 45 dias. Para reduzir o estresse de manejo, os peixes foram anestesiados com eugenol diluído em álcool na proporção de 1:10 na posologia de 50 mg L⁻¹. Anteriormente as biometrias, os peixes foram submetidos a um jejum de 24 horas para a avaliação do peso corporal (g) e as medidas morfométricas (cm) especificadas abaixo (Figura 1).

- Comprimento total (CT): medida que compreende entre a extremidade anterior da cabeça e final da nadadeira caudal;
- Comprimento padrão (CP): medida que compreende entre a extremidade anterior da cabeça e início da nadadeira caudal;
- Comprimento de tronco (CPScab): medida que compreende entre a extremidade posterior da cabeça e início da nadadeira caudal;
- Comprimento da cabeça (Ccab): medida que compreende entre a extremidade anterior da cabeça e a extremidade posterior da cabeça;
- Altura da cabeça (Acab): medida que compreende entre a parte inferior e a parte superior da cabeça;
- Altura do corpo 1 (Alt. 1): medida no início da nadadeira dorsal;
- Altura do corpo 2 (Alt. 2): medida no meio da nadadeira dorsal;
- Altura do corpo 3 (Alt. 3): medida no início da nadadeira anal;
- Altura do pedúnculo caudal (Acaud): medida no meio do pedúnculo caudal;
- Largura do corpo 1 (Larg.1): medida no início da nadadeira dorsal;
- Largura do corpo 2 (Larg.2): medida no meio da nadadeira dorsal;
- Largura do corpo 3 (Larg.3): medida no final da nadadeira dorsal,
- Largura da cabeça (Lcab): medida no meio da cabeça e logo atrás dos olhos;
- Largura do pedúnculo caudal (Lcaud.): medida no meio do pedúnculo caudal.

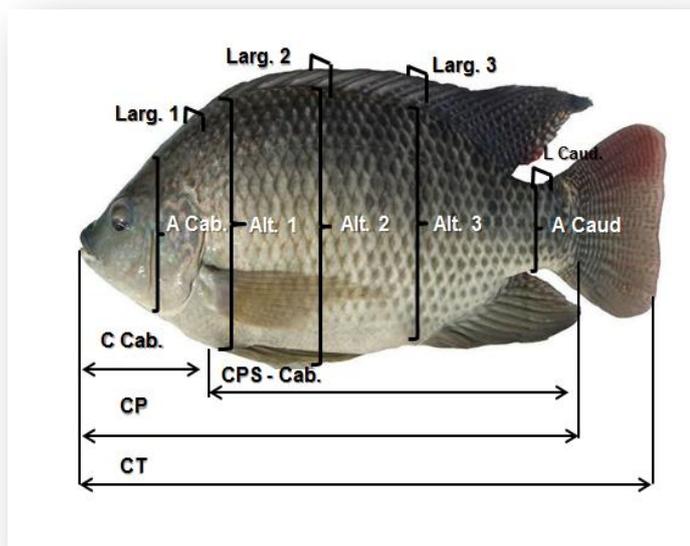


Figura 1. Medidas morfométricas realizadas para a tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT. Comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento do tronco (CPScab), altura da cabeça (Acab), altura do corpo 1 (Alt.1), altura do corpo 2 (Alt. 2), Altura do corpo 3 (Alt.3), Altura do pedúnculo caudal (Acaud), Largura do corpo 1 (Larg.1), Largura do corpo 2 (Larg.2), Largura do corpo 3 (Larg.3) e Largura do pedúnculo caudal (LCaud).

Para a avaliação do peso foi usada balança eletrônica digital (precisão 0,1 g) e as medidas corporais foram mensuradas com ictiômetro (comprimento total comprimento padrão, comprimento do tronco e comprimento da cabeça) e com paquímetro (altura da cabeça, altura do corpo 1, 2 e 3, altura do pedúnculo caudal, largura do corpo 1, 2 e 3 e largura do pedúnculo caudal).

As 14 famílias foram submetidas à análise de agrupamento pelo método WARD com base nas distâncias de *Mahalanobis*, calculadas a partir de seis variáveis (peso, comprimento padrão, comprimento do tronco, comprimento da cabeça, altura do corpo 1 e largura de corpo 1) avaliadas na última biometria. O agrupamento teve por objetivo reduzir o número de famílias na comparação das curvas de crescimento. A utilização da distância de *Mahalanobis* para as seis variáveis foi para minimizar o efeito de multicolinearidade nas análises de agrupamento.

Após a análise de agrupamento foram escolhidas uma família de cada grupo, preferindo as de maior número de indivíduos e com aproximadamente igual proporção de sexos. Antes das análises de agrupamento, as seis variáveis utilizadas foram submetidas a fatores de correção para idade e sexo. Para isso, foi utilizada a seguinte equação.

$$V_{C2} = \frac{V_{O2} - V_{O1}}{I_{O2} - I_{O1}} * (I_{P2} - I_{P1}) + V_{C1}$$

Onde:

V_{C2} – Valor da característica morfométrica corrigida para a idade padrão;

V_{O2} – Valor morfométrica observada na biometria próxima da idade padrão;

V_{O1} – Valor da característica morfométrica observada na biometria anterior;

I_{O2} – Idade observada na biometria anterior;

I_{O1} – Idade observada na biometria próxima à idade padrão;

I_{P2} – Idade padrão (235, 280, 325, 370 e 415 dias);

I_{P1} – Idade padrão na biometria anterior;

V_{C1} – Valor da característica morfométrica corrigida para idade padrão anterior.

Para calcular os valores corrigidos na primeira biometria (235 dias), foi calculado o V_{C1} (140 dias) dividindo o valor da primeira biometria pela idade e multiplicado por 190. A correção dos valores de peso e das características morfométricas das fêmeas e dos machos foi feita meio de multiplicação de valores de fêmeas pelos fatores: 1,38; 1,12; 1,12; 1,12; 1,16 e 1,05 para as características peso, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, comprimento da cabeça, altura do corpo 1, largura de corpo 1, respectivamente. Os fatores de correção foram obtidos a partir de banco de dados com informações de várias famílias da linhagem GIFT.

Para a descrição das curvas de crescimento foi utilizado o modelo de regressão não linear de Gompertz (Filho, 1999), descrito pela seguinte equação:

$$y_i = A \cdot e^{-e - B * (t - C)}$$

Onde:

y_i - peso (g) ou tamanho (cm) estimado à idade t ;

A - peso (g) ou tamanho (cm) assintótico quando t tende o mais infinito, ou seja, este parâmetro pode ser interpretado como peso ou tamanho à idade adulta;

B - crescimento relativo no ponto de inflexão (g/dia por g ou cm/dia por cm);

C - idade no ponto de inflexão (dias);

t - idade (dias);

e - 2,718281828459.

O modelo de regressão não linear de Gompertz foi ajustado aos dados por método mínimo de quadrados ponderados tomando como variável o inverso da variância das características nas diferentes famílias e nas diferentes idades. O modelo foi ajustado para descrever o crescimento em peso, comprimento padrão, comprimento tronco, comprimento da cabeça, altura do corpo 1 e largura de corpo 1 em função da idade.

Os parâmetros das curvas foram estimados utilizando o procedimento NLIN do programa estatístico SAS versão 9.1 (SAS, 2002), pelo método de Gauss Newton modificado. Para testar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos não lineares, utilizou-se o teste de verossimilhança com aproximação pelo teste de F, conforme Regazzi e Silva (2004).

Os dados obtidos na 4ª e 5ª biometria para todas as variáveis foram submetidas às análises de variância tendo como fator de variação a família, sexo e a interação família*sexo, tomando como covariável o peso na primeira biometria. Após a análise de variância, as médias foram separadas pelo algoritmo de Agrupamento de Scott Knott utilizando o pacote Scott Knott do programa R, no nível de 5% de significância. As análises de variâncias foram feitas pelo procedimento GLM SAS versão 9.1.

O estudo é resultado de um projeto de pesquisa aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da UFMS (protocolo n^o: 688/2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores observados para as características da água: temperatura, pH, alcalinidade, dureza e amônia total não sofreram alterações durante o período de acompanhamento do crescimento. Os desvios-padrão destas características indicam que as variações ao longo do período experimental foram pequenas (Tabela 2). Os valores observados para estas características estão dentro do recomendado para produção de tilápia do Nilo e nenhum problema foi observado em relação às características de água.

A análise de agrupamento pelas distâncias de *Mahalanobis* para 14 famílias da GIFT, calculado a partir das variáveis peso, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, comprimento da cabeça, altura e largura de corpo 1, revelaram um dendograma com quatro grupos (Figura 2).

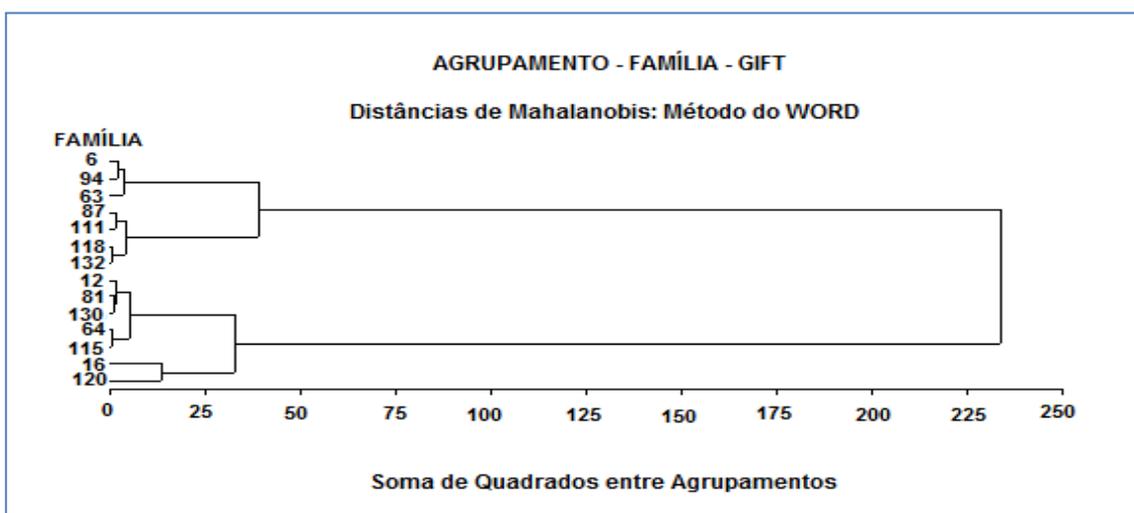


Figura 2. Dendograma resultante da análise de agrupamento pelas distâncias de *Mahalanobis* calculadas a partir do peso e de cinco medidas morfométricas (CP, CPScab, Ccab, Alt.1 e Larg.1) para 14 famílias de tilápia Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT.

O primeiro grupo foi formado por três famílias (6, 94 e 63), o segundo grupo por quatro famílias (87, 111, 118 e 132), o terceiro grupo por cinco famílias (12, 81, 130, 64 e 115) e o quarto grupo por duas famílias (16 e 120).

Quatro famílias uma de cada grupo foram selecionadas para avaliação das curvas de crescimento. As curvas de crescimento das quatro famílias estão descritos nas figuras 3, 4, 5 e 6.

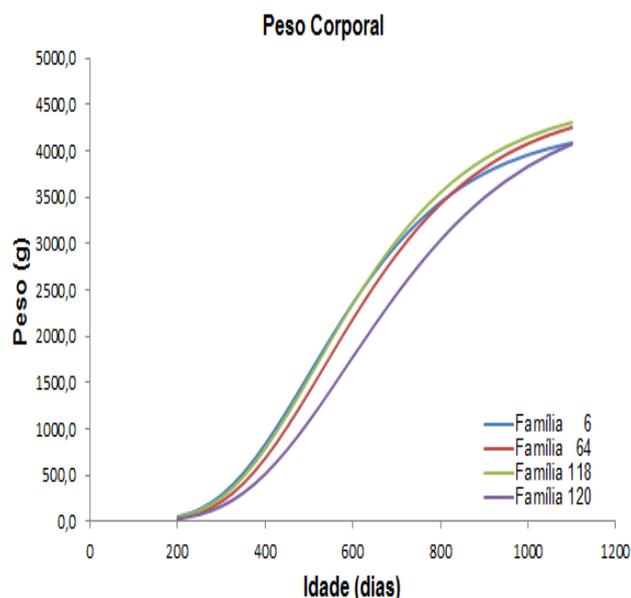


Figura 4. Curva de crescimento para peso corporal (g) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT.

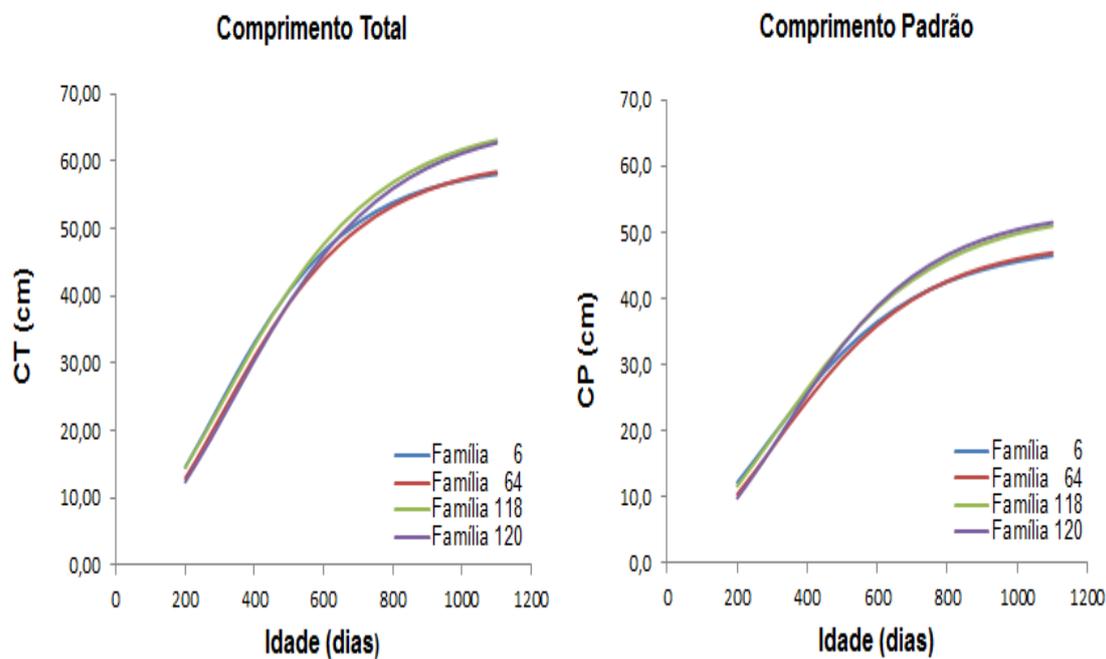


Figura 4. Curva de crescimento para comprimento total (CT) comprimento padrão (CP) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT.

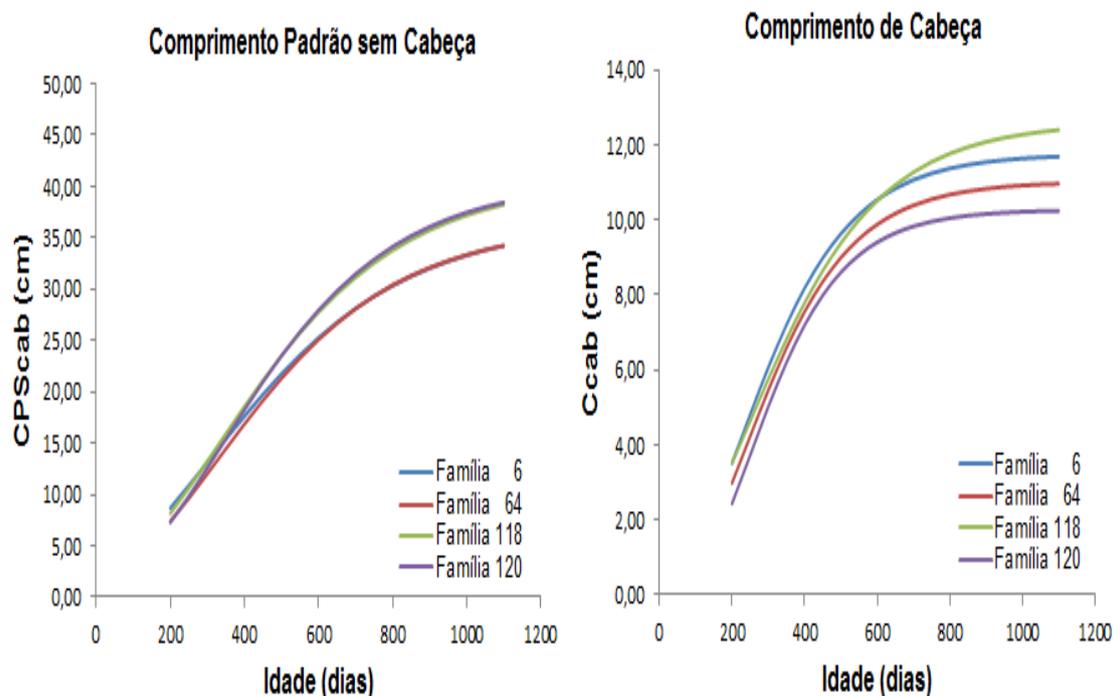


Figura 5. Curva de crescimento para comprimento padrão sem cabeça (CPScab) comprimento de cabeça (Ccab) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT.

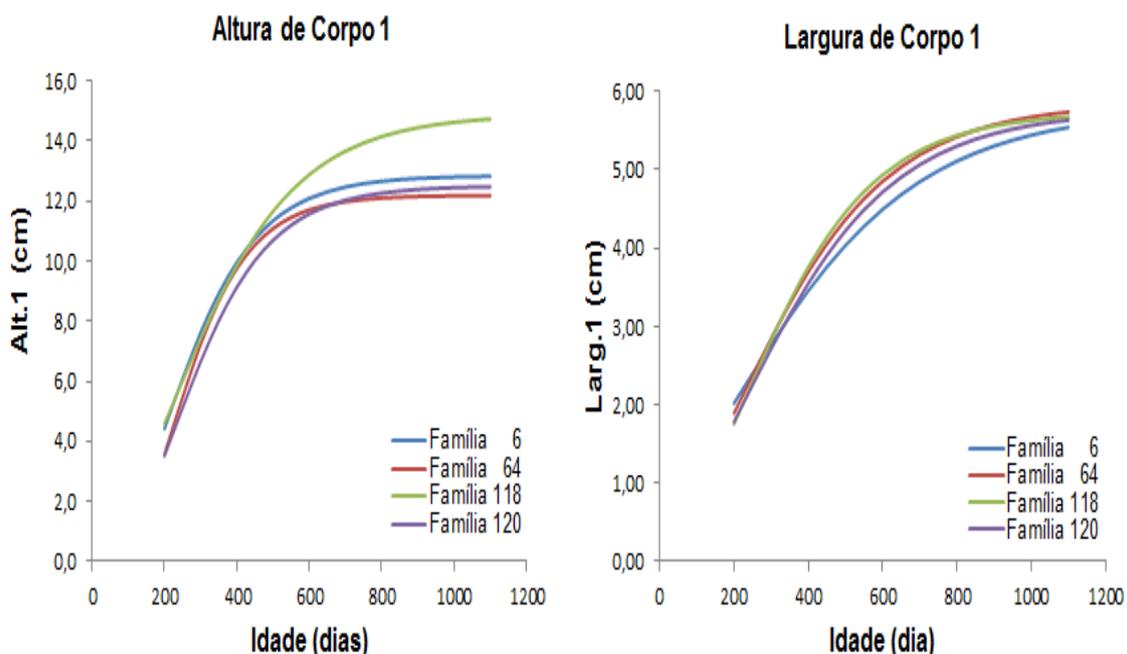


Figura 6. Curva de crescimento para altura de corpo 1 (Alt.1) e largura de corpo 1 (larg.1) em função da idade (dias), ajustados pelo modelo Gompertz para famílias de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT.

As curvas de crescimento das famílias diferiram ($P < 0,05$) para todas as características. Na característica peso corporal as famílias diferiram somente na idade no ponto de inflexão (C). A menor idade no ponto de inflexão foi obtida pela família 6 (498 dias), enquanto que a família 120 obteve o maior valor (587 dias). Para um determinado valor de peso (ex. 700 g) a família 6 atinge antes o peso do que a família 120.

Quanto ao peso assintótico (A) e crescimento relativo no ponto de inflexão (B), as famílias não diferiram entre si. A variação de peso assintótico entre famílias foi de 4292,30 g a 4580,90 g, enquanto que o crescimento relativo foi entre 0,00419 a 0,00503. Estes resultados foram próximos aos de Njiru et al. (2007), utilizando o modelo von Bertalanffy, onde atingiram um peso assintótico de 4255 g e crescimento relativo de 0,00513. Getabu (1992) também utilizando von Bertalanffy obteve peso assintótico de 5930 g e taxa de crescimento de 0,00833 no estudo de parâmetros de crescimento e mortalidade total em tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) do lago Victoria.

Por outro lado Amancio et al. (2014), utilizando Gompertz no estudo de modelos matemáticos para crescimento corporal de tilápia do Nilo da variedade GIFT observaram um peso assintótico de 763,6 g e taxa de crescimento de 0,0159. Oliveira et al. (2013) comparando parâmetros utilizando o modelo Gompertz em estudo de padrões de crescimento de machos e fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, observaram uma variação entre 1063 a 1166,7 g para peso assintótico e 0,00190 a 0,00590 para o crescimento relativo. Estes resultados foram discrepantes aos valores observados no presente estudo, visto que eles trabalharam em condições de cultivo de limitante ao crescimento ou possível falhas no ajuste do modelo.

Em relação às demais características também foram encontradas diferenças estatísticas ($P < 0,05$). No comprimento total (CT), as famílias diferiram nos parâmetros A e C . As famílias 118 e 120 foram semelhantes entre si e tiveram maior valor para A que as famílias 6 e 64, as quais também foram semelhantes entre si. No parâmetro C para a característica CT, a família 6 obteve o menor valor, enquanto a família 120 maior valor.

No comprimento padrão (CP), as famílias diferiram nos parâmetros *A* e *C*. No comprimento do tronco (CPScab), as famílias também diferiram nos parâmetros *A* e *C*, onde no parâmetro *A*, as famílias 118 e 120 foram semelhantes entre si e tiveram maior valor assintótico que as famílias 6 e 64. E no parâmetro *C* a família 6 obteve o menor valor e a 120 o maior valor.

Para o comprimento de cabeça (Ccab), as famílias diferiram nos três parâmetros (*A*, *B* e *C*). A família 118 obteve o maior valor assintótico. As famílias 6, 64 e 120 foram semelhantes entre si e tiveram maior valor para crescimento relativo no ponto de inflexão. Enquanto a idade no ponto de inflexão, a família 6 foi obteve o menor valor.

Na altura do corpo 1 (Alt.1), as famílias também diferiram nos três parâmetros (*A*, *B* e *C*). A família 118 obteve o maior valor no parâmetro *A* e foi superior as demais. No parâmetro *B*, o maior valor foi obtido pela família 64. Enquanto que no *C*, a família 120 obteve o maior valor.

Para a largura do corpo 1 (Larg.1), as famílias diferiram nos parâmetros *B* e *C*. A família 118 obteve o maior valor para crescimento relativo no ponto de inflexão. Enquanto que à idade no ponto de inflexão, a família 6 obteve o menor valor em relação as demais famílias.

Neste estudo verificou-se que as características avaliadas mantiveram sua taxa de crescimento alta por longo período, especialmente para peso. Weatherley e Gill (1987), afirmam que os peixes podem ter um crescimento contínuo se houver suprimento alimentar. Por tanto, a seleção de peixes dentro de programas de melhoramento genético de tilápia do Nilo é feita por meio de peso antes da idade no ponto de inflexão.

Foi notável neste estudo em todas as famílias avaliadas, um crescimento rápido em menor período de tempo para características largura do corpo 1, altura do corpo 1 e comprimento de cabeça. Por outro lado o peso apresentou crescimento rápido em maior período de tempo, enquanto que o comprimento total, comprimento padrão e comprimento padrão sem cabeça apresentam um resultado intermediário. Gomiero et al. (2009) ao avaliarem modelos de regressão não linear para descrever curvas de crescimento de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), também perceberam que o crescimento foi mais rápido

em cabeça e em larguras corporais, que em comprimento padrão e altura do corpo em todos os modelos testados, incluindo o modelo Gompertz.

Neste trabalho as características morfométricas sofreram um aumento acompanhando ao incremento de peso, porém em velocidades diferentes. Fenômeno semelhante foi percebido pelo Santos et al. (2007) ao estudar rendimento do processamento de linhagens melhoradas de tilápia do Nilo em função do peso, onde concluíram que as linhagens possuíam crescimento do corpo proporcional ao aumento do peso. Segundo Contreras-Gusmán (1994) os peixes em geral possuem capacidade diferencial de acumulação de massa muscular em determinados pontos do corpo durante seu crescimento, o que caracteriza o seu formato e influencia no rendimento da carcaça.

Pela análise dos modelos percebe-se claramente que o comportamento de crescimento não foi semelhante entre as famílias. No parâmetro “C” idade de no ponto de inflexão, foi notável para família 6 o crescimento precoce (498, 279, 280, 308, 231, 209, 214) e crescimento tardio para a família 120 (587, 334, 327, 342, 252, 234, 236) nas características peso, CT, CP, CPScab, Ccab, Alt.1 e Larg. 1, respectivamente. O que sugere à possibilidade de obter ganhos expressivos em programas de seleção que considerem as diferenças entre famílias e ainda a possibilidade de formação de novas linhagens de tilápia de Nilo mais precoces em crescimento.

Não houve interação entre os efeitos de sexo e família ($P > 0,05$). Os resultados obtidos nas características de crescimento para todas as famílias avaliadas nas últimas biometrias (4ª e 5ª) podem ser observados nas tabelas 4 e 5. A 4ª Biometria foi o momento programado para os peixes atingirem o tamanho comercial.

O peso corporal, na 4ª biometria formou-se quatro grupos. O grupo de maior peso foi formado pelas famílias 12, 64, 81, 111, 130 e 132 com médias variando entre 808,2 a 709,8 g, enquanto o de menores pesos médios foi formado pelas famílias 6, 63 e 120, com valores variando entre 585.1 e 504.9 g. Na 5ª biometria o peso corporal formou-se cinco grupos, sendo o grupo com o maior peso formado pelas famílias 12, 81 e 130 com médias variando entre

1357,9 a 1438,1 g. enquanto o de menor peso médio foi formado pelas famílias 6, 63 e 120, com valores variando entre 976,4 a 1020,2 g.

Grandes diferenças no peso final implicam em grandes diferenças nos ganhos de pesos diários ao longo do período de cultivo. Os resultados mostram diferença de peso final entre famílias superior a 37,6% (303,28 g) e 32,8% (461,69 g), na 4ª e 5ª biometria respectivamente. Estudos comparativos de desempenho de três linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes densidades de estocagem observaram diferença de ganho de peso superior de 20,78 e 25,97% da linhagem GIFT em relação às linhagens Chitralada e Bouaké respectivamente (FULBER et al., 2009). Por outro lado Tenório, Soares e Lopes (2012), estudando desempenho comparativo em tanques-rede de três linhagens da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Bouaké, chitralada e mestiço observaram-se diferenças de peso médio de variedades melhoradas Chitralada e GIFT apresentaram um peso médio superior em 14,2% e 22,9% maiores em relação à variedade Bouaké. França et al. (2003), comparando o crescimento de três variedades de tilápia: a vermelha, a chitralada e a nilótica (comum), em tanques-rede, encontraram diferença significativa entre as três variedades, tendo a nilótica apresentado o melhor ganho de peso (549,43g), seguida pela chitralada (440,61g) e por último a vermelha (342,00g). Correia et al. (2003), que compararam três variedades no sistema de criação semi-intensivo em viveiros na Base de Piscicultura da UFRPE, durante 112 dias, encontraram diferença significativa para as três linhagens, tendo a linhagem chitralada o melhor ganho de peso (396,40g), seguido pela vermelha (225,50g) e a nilótica o mais baixo desempenho com (147,00g). Este estudo demonstra que as diferenças em ganho de peso entre famílias de tilápia de Nilo são de igual ou de maior magnitude que as diferenças entre linhagens da mesma espécie.

Nas demais características morfométricas não ocorreram diferenças significativas e formação de grupos nas características: CT, Larg.3, Lcaud e Ccab na quarta biometria, e em: CT; CP, Acaud, Larg.1; Larg.2; Larg.3; Lcaud; Acab; Ccab; Lcab e CPScab na quinta biometria (Tabelas 4 e 5).

Quanto ao comprimento padrão (CP) na 4ª biometria formaram-se quatro grupos, sendo o grupo de maior peso formado pelas famílias 12, 111,

130 e 132, com médias acima de 28,89 cm, e o grupo com menores CP médios foi formado pelas famílias 63, 94 e 120, com valores médios abaixo de 26,01 cm. A diferença de CP entre famílias de maior e menor média foi de 3,47 cm. No comprimento padrão sem cabeça (CPScab) também formou-se 4 grupos, o grupo de maior peso foi formado pelas famílias 12, 16, 87, 111, 130 e 132 com médias acima de 20,83 cm, sendo o grupo com menores valores médios formado pelas famílias 63, 94 e 120, com valores médios abaixo de 18,00 cm.

Para altura do corpo 1 (Alt.1), na 4ª biometria formaram-se três grupos, sendo grupo de maior altura formado pelas famílias 64, 81, 111, 115 com médias acima de 11,48 cm, e o grupo com menores valores médios formado pelas famílias 63 e 120, com valores médios abaixo de 9,80 cm. Para a altura do corpo 2 (Alt.2), formou-se quatro grupos. O grupo de maior Alt.2 foi formado pelas famílias 12, 64, 87, 111, 130 com médias acima de 12,05 cm, e o grupo com menores valores médios formados pelas famílias 63, e 120, com valores médios abaixo de 10,40 cm. Na altura do corpo 3 (Alt.3), formou-se três grupos, sendo grupo de maior Alt.3 formado pelas famílias 12, 16, 87, 111, 130 e 132 com médias acima de 10,50 cm e grupo com menores valores médios formados pelas famílias 63, 94 e 120, com valores médios abaixo de 9,18 cm.

Na largura do corpo 1 (Larg.1), na 4ª biometria formou-se dois grupos, sendo o grupo de maior Larg.1 formado pelas famílias 12, 16, 64, 81, 87, 94, 111, 118, 132 com médias acima de 4,24 cm, e o grupo com menores valores médios formados pelas famílias 6, 63, 115 e 120, com valores médios abaixo de 3,42 cm. A largura do corpo 2 (Larg.2), também formou dois grupos. O grupo de maior Larg.2 foi para as famílias 12, 16, 64, 81, 87, 94, 111, 130 e 132 com médias acima de 3,71 cm, e o grupo com menores valores médios foi formados pelas famílias 6, 63 e 120, com valores médios abaixo de 3,06 cm.

Na altura do pedúnculo caudal (Acaud), formou-se três grupos. O grupo de maior Acaud foi formado pelas famílias 12, 64, 81, 87, 94, 111, 118, 130 e 132 com médias acima de 8,23 cm, e o grupo com menores valores médios formados pelas famílias 63 e 120, com valores médios abaixo de 7,22 cm. A largura no pedúnculo caudal (Lcaud), também formou três grupos, sendo grupo de maior Lcaud formado pelas famílias 12, 64, 81, 87, 94, 111, 115, 118, 130 e

132 com médias acima de 4,76 cm, e o grupo com menores valores médios formados pelas famílias 63 e 94, com valores médios abaixo de 3,68 cm.

Os resultados deste estudo demonstram que as famílias diferem nas características morfométricas. Algumas famílias possuem formato de corpo mais desejável, com grande área corporal e pequena cabeça. Um formato de corpo desejável deve implicar em um melhor rendimento no processamento.

Na comparação dos desempenhos entre os sexos nas características morfométricas foram obtidas diferenças significativas ($P < 0,05$) para várias das características. Os machos das famílias da linhagem GIFT avaliadas apresentaram maior ($P < 0,05$) peso (743,27 g) em relação às fêmeas (601,26 g), sendo que a diferença foi de 142,01 g, o que representa 19,11% a mais de peso nos machos (Tabela 6). Este valor é bastante significativo e evidencia a necessidade da reversão sexual para esta linhagem de tilápia do Nilo. Todavia, o maior peso dos machos é esperado para a espécie tilápia do Nilo. As diferenças no crescimento e nas medidas morfométricas encontradas em peixes revela o dimorfismo sexual, sendo possível observar variações no tamanho do corpo e peso entre machos e fêmeas (IMSLAND et al., 1997).

Essas diferença observada no peso entre machos e fêmeas em tilápia do Nilo também foram observada por Rutten et al. (2005), em análise genética longitudinal da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para peso corporal usando um modelo de regressão aleatória, onde observaram que os machos com aproximadamente 300 dias de vida apresentaram quase o dobro do peso corporal das fêmeas. Oliveira et al. (2013), no estudo de padrões de crescimento de machos e fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, observaram que o peso assintótico das fêmeas equivaleu a 62,5% do peso dos machos. A produção de tilápia monossexo (machos), independente da linhagem, resulta em animais com maior desempenho e maiores resultados morfométricas (BEAVEN e MUPHOSHI, 2012).

Os machos também apresentaram maior tamanho ($P < 0,05$) para as características morfométricas: CT, CP, CPScab, Alt.1, Alt.2, Acaud, Acab, Ccab e Lcab em relação as fêmeas, com porcentagens de 5,19%, 6,83%, 5,79%, 8,03%, 8,06%, 7,10%, 5,6%, 9,34% e 9,76%, respectivamente. As demais

características morfométricas (Alt.3, Larg.1, Larg.2, Larg.3, Lcaud) não foram diferentes (Tabela 6). A não significância para estas últimas características se deve as pequenas diferenças esperadas entre os sexos.

Famílias de tilápia do Nilo da linhagem GIFT apresentam grande variabilidade de crescimento em peso e nas demais características morfométricas. Essa variabilidade genética das características de interesse pode auxiliar nas condições dos programas de seleção.

Portanto, as informações geradas neste estudo permitem como ocorre o crescimento em peso e das outras demais características morfométricas, que possibilitam determinar os padrões de desenvolvimento, os quais podem influenciar nas práticas adotadas no setor produtivo e ainda no desenvolvimento dos programas de melhoramento genético.

CONCLUSÃO

Famílias de tilápia do Nilo da linhagem GIFT apresentam curvas de crescimento distintas para peso e as demais características morfométricas. Há famílias mais precoces em crescimento para peso e todas características morfométricas avaliadas.

No peso e nas características morfométricas avaliadas ocorreram grandes diferenças entre as famílias de tilápia do Nilo da linhagem GIFT tanto na 4ª quanto na 5ª quinta biometria.

Os machos da GIFT foram superior que as fêmeas para a variável peso, comprimento total, comprimento padrão, comprimento padrão sem cabeça, altura de corpo1 e 2, altura do pedúnculo caudal, altura de cabeça, comprimento de cabeça e largura de cabeça.

Tabela 1. Características das rações utilizadas durante a produção diferentes famílias da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT.

Ração	Alevino	Juvenil	Crescimento
Peso dos peixes (g)	50 a 100	100 a 300	300 a 800
Granulometria dos peletes (mm)	4 a 5	6 a 7	8 a 9
Proteína bruta % (mín. g/kg)	32	32	28
Cálcio % (máx. g/kg)	35	40	30
Extrato etéreo % (mín. g/kg)	75	65	50
Fósforo % (mín. g/kg)	20	20	17
Matéria fibrosa % (máx. g/kg)	38	40	35
Matéria mineral % (máx. g/kg)	140	140	100
Umidade % (máx. g/kg)	120	120	120

Tabela 2. Médias e desvios-padrão das características da água avaliadas durante o período experimental de produção da tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT em tanque-rede.

Parâmetros de Qualidade de Água	
Características da água	Média e desvio-padrão
Temperatura (C°)	25,80 ± 1,62
Oxigênio Dissolvido (OD) mg/L	7,87 ± 0,18
Ph	7,39 ± 0,24
Alcalinidade mg CaCO ₃ /L	15,02 ± 1,48
Dureza mg/L	14,06 ± 2,27
Amônia total mg/L	0,11 ± 0,01

Tabela 3. Parâmetros do modelo de Gompertz obtidos na avaliação do crescimento das famílias 6, 64, 118 e 120 de tilápia de Nilo da linhagem GIFT cultivadas em tanques-rede, para variáveis peso corporal, comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento padrão sem cabeça (CPScab), comprimento da cabeça (Ccab), Altura do corpo 1 (Alt.1) largura de corpo 1 (Larg.1).

Variáveis	Parâmetros															
	A				B				C				R ²			
	6	64	118	120	6	64	118	120	6	64	118	120	6	64	118	120
Peso	4292,30a	4556,60a	4568,30a	4580,90a	0,00503a	0,00475a	0,00487a	0,00419a	498d	535b	516c	587a	0,90	0,87	0,92	0,92
CT	59,74b	60,59b	66,32a	66,13a	0,00435a	0,00416a	0,00381a	0,00384a	279c	304b	309b	334a	0,95	0,92	0,96	0,96
CP	48,30b	48,83ab	53,46a	53,63a	0,00397a	0,00405a	0,00384a	0,00414a	280c	307bc	309b	327a	0,93	0,90	0,94	0,96
CPScab	36,67b	36,36b	40,80a	40,65a	0,00338a	0,00364a	0,00357a	0,00381a	308c	328b	333b	342a	0,88	0,86	0,89	0,91
Ccab	11,75ab	11,02bc	12,60a	10,27c	0,00601a	0,00621a	0,00489b	0,00698a	231c	243b	250ab	252a	0,87	0,86	0,88	0,92
Alt.1	12,84b	12,18b	14,88a	12,50b	0,00717b	0,00853a	0,00524c	0,00698b	209b	224a	231a	234a	0,87	0,87	0,92	0,93
Larg.1	5,78a	5,85a	5,74a	5,76a	0,00358b	0,00449ab	0,00515a	0,00443ab	214c	227b	233ab	236a	0,81	0,86	0,88	0,84

Estimativas com letras distintas na mesma linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste da razão de verossimilhança.

Tabela 4. Desempenho na quarta biometria - médias de mínimos quadrados para peso e outras variáveis morfométricas: Comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento padrão sem cabeça (CPScab), altura de corpo 1 (Alt.1), altura de corpo 2 (Alt.2), altura de corpo 3 (Alt.3), altura caudal (Acaud), largura de corpo 1 (Larg. 1), largura de corpo 2 (Larg. 2), largura de corpo 3 (Larg. 3), largura caudal (Lcaud), altura da cabeça (Acab), comprimento da cabeça (Ccab), largura da cabeça (Lcab) de diferentes famílias de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT cultivas em tanques-rede.

Família	Peso	CT	CP	CPScab	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Acaud	Larg.1	Larg.2	Larg.3	Lcaud	Acab	Ccab	Lcab
6	585,06c	32,47a	26,69b	18,89b	10,28b	10,85c	9,45c	3,12b	3,56b	3,20b	1,97a	0,83 a	7,54b	7,79a	4,12b
12	752,75a	34,49a	28,89a	20,83a	11,12a	11,74a	10,26a	3,54a	3,95a	3,54a	2,20a	1,19 a	8,20a	8,06a	4,47a
16	670,00b	33,10a	26,87b	20,00a	10,87a	11,21b	9,70b	3,29b	3,88a	3,44a	2,15a	1,00 a	7,67b	6,87a	4,15b
63	504,87c	30,78a	25,42c	17,74c	10,03c	10,57 d	9,18c	3,26b	3,64b	3,20b	2,02a	0,98 a	7,22c	7,68a	3,68c
64	732,98a	33,49a	27,01b	18,84b	11,32a	11,65a	10,22a	3,55a	3,92a	3,49a	2,18a	1,12 a	7,96a	8,16a	4,34a
81	795,01a	33,30a	27,35b	19,20b	11,12a	11,55b	10,12a	3,57a	4,18a	3,65a	2,24a	0,91 a	8,13a	8,15a	4,54a
87	667,74b	33,19a	27,50b	20,14a	10,83a	11,33b	9,85b	3,36b	4,24a	3,71a	2,33a	0,95 a	8,08a	7,36a	4,62a
94	616,98b	33,90a	26,01c	17,98c	10,54b	11,09c	9,63b	3,41a	3,86a	3,40a	2,11a	1,11 a	7,53b	8,03a	3,92c
111	759,84a	34,63a	28,70a	20,21a	11,09a	11,85a	10,35a	3,47a	3,81a	3,37a	2,10a	1,31 a	8,00a	8,49a	4,31a
115	659,81b	32,46a	27,11b	19,08b	10,88a	11,44b	9,96a	3,24b	3,42b	3,06b	1,95a	0,88a	7,66b	8,03a	4,42a
118	618,07b	33,05a	27,47b	19,36b	10,55b	11,21b	9,81b	3,56a	3,85a	3,45a	2,13a	1,06a	7,86a	8,11a	4,23b
120	530,60c	31,33a	25,58c	18,00c	9,80c	10,40d	9,18c	3,18b	3,45b	3,07b	1,88a	0,85a	7,32c	7,60a	4,05b
130	808,15a	34,29a	28,63a	20,05a	11,48a	12,05a	10,50a	3,56a	3,71b	3,34a	2,10a	1,11a	8,23a	8,58a	4,76a
132	709,83a	34,26a	28,66a	20,17a	10,71a	11,53b	10,13a	3,42a	3,88a	3,44a	2,15a	1,07a	8,13a	8,49a	4,50a

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo o algoritmo de Scott Knott.

Tabela 5. Desempenho na quinta biometria - médias de mínimos quadrados para peso e outras variáveis morfométricas: Comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento padrão sem cabeça (CPScab), altura de corpo 1 (Alt.1), altura de corpo 2 (Alt.2), altura de corpo 3 (Alt.3), altura caudal (Acaud), largura de corpo 1 (Larg. 1), largura de corpo 2 (Larg. 2), largura de corpo 3 (Larg. 3), largura caudal (Lcaud), altura da cabeça (Acab), comprimento da cabeça (Ccab), largura da cabeça (Lcab) de diferentes famílias de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT cultivadas em tanques-rede.

Família	Peso	CT	CP	CPScab	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Acaud	Larg.1	Larg.2	Larg.3	Lcaud	Acab	Ccab	Lcab
6	1014,61e	36,23a	29,23a	19,53a	11,93b	12,64c	10,20c	4,21a	4,45a	3,77a	2,41a	1,33a	8,84a	9,70a	5,07a
12	1357,90a	38,16a	30,69a	20,80a	12,75a	13,58b	11,83a	4,44a	4,69a	4,18a	2,40a	1,62a	9,39a	9,89a	5,36a
16	1205,94c	37,28a	30,14a	20,65a	12,24b	13,31b	10,72c	4,22a	4,51a	4,03a	2,44a	1,52a	8,90a	9,49a	4,86a
63	976,44 e	34,99a	28,01a	18,30a	12,05b	12,92c	10,78c	4,06a	4,31a	3,28a	2,02a	1,50a	8,71a	9,71a	4,99a
64	1321,67b	36,83a	29,44a	19,65a	13,06a	14,66a	12,11a	4,56a	4,69a	4,05a	2,37a	1,70a	9,25a	9,78a	5,35a
81	1438,13a	37,24a	30,22a	20,45a	13,03a	15,13a	12,11a	4,52a	4,87a	4,14a	2,20a	1,62a	9,42a	9,76a	5,42a
87	1200,01c	36,69a	28,86a	19,02a	12,50a	13,02c	11,93a	4,36a	4,74a	3,63a	2,24a	1,50a	9,21a	9,83a	5,56a
94	1109,41d	36,75a	28,61a	19,09a	12,48a	12,97c	10,67c	4,36a	4,52a	4,04a	2,88a	1,46a	8,83a	9,52a	5,10a
111	1295,48b	36,97a	30,76a	20,56a	12,82a	13,60b	11,89a	4,52a	5,07a	3,98a	2,40a	1,62a	9,59a	10,20a	5,43a
115	1300,74b	35,56a	29,09a	19,49a	12,65a	12,92c	11,25b	4,14a	4,56a	3,93a	2,07a	1,43a	8,87a	9,60a	4,87a
118	1218,95c	37,62a	30,41a	20,57a	12,74a	13,47b	11,94a	4,44a	4,45a	3,94a	2,38a	1,51a	9,14a	9,84a	5,24a
120	1020,15e	35,59a	28,34a	19,20a	11,70b	12,38c	10,73c	4,18a	4,42a	3,67a	2,32a	1,55a	8,77a	9,15a	5,12a
130	1405,71a	37,27a	30,15a	20,30a	12,93a	13,60b	12,12a	4,45a	5,04a	4,29a	2,32a	1,59a	9,49a	9,85a	5,40a
132	1280,57b	38,65a	30,65a	20,21a	12,84a	13,13c	12,53a	4,27a	4,71a	3,61a	1,99a	1,58a	9,39a	10,44a	5,24a

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo o algoritmo de Scott Knott.

Tabela 6. Médias para as características de desempenho, para peso e variáveis morfométricas: comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento padrão sem cabeça (CPScab), altura de corpo 1 (Alt.1), altura de corpo 2 (Alt.2), altura de corpo 3 (Alt.3), altura caudal (Acaud), largura de corpo 1 (Larg. 1), largura de corpo 2 (Larg. 2), largura de corpo 3 (Larg. 3), largura caudal (Lcaud), altura da cabeça (Acab), comprimento da cabeça (Ccab), largura da cabeça (Lcab) e entre machos e fêmeas de famílias de tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT.

Variáveis	Quarta Biometria		Quinta Biometria	
	Sexo		Sexo	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Peso	743,27 a	601,26 b	1430,64 a	1018,74 b
CT	34,08 a	32,31 b	38,36 a	35,33 b
CP	28,24 a	26,31 b	30,98 a	28,25 b
CPScab	19,90 a	18,75 b	20,84 a	18,86 b
Alt.1	11,21 a	10,31 b	13,26 a	11,84 b
Alt.2	11,79 a	10,84 b	14,37 a	12,40 b
Alt.3	10,30 a	9,46 a	12,37 a	10,61 b
Acaud	3,52 a	3,27 b	4,61 a	4,07 b
Larg.1	3,74 a	3,89 a	4,76 a	4,53 a
Larg.2	3,34 a	3,42 a	4,04 a	3,75 a
Larg.3	2,08 a	2,14 a	2,33 a	2,30 a
Lcaud	1,05 a	1,00 a	1,56 a	1,52 a
Acab	8,05 a	7,60 b	9,51 a	8,75 b
Ccab	8,35 a	7,57 b	10,14 a	9,39 b
Lcab	4,51 a	4,07 b	5,46 a	4,98 b

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste F.

REFERÊNCIAS

- ALLAMAN, I. B.; NETO, R. V. R.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A.; LAGO, A. A.; COSTA, A. C.; LIMA, R. R. Weight and morphometric growth of different strains of tilapia (*Oreochromis sp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.305-311, 2013.
- AMANCIO, A. L. L.; SILVA, J. H. V.; FERNANDES, J. B. K.; SAKOMURA, N. K.; CRUZ, G. R. B. Use of mathematical models in the study of bodily growth in GIFT strain Nile tilapia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p.257-266, 2014.
- AZAZA, M.S.; DHRAIEF, M.N.; KRAIEM M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of Thermal Biology**, v.33, p 98–105. 2008.
- BEAVEN, U.; MUPOSHI, V. Aspects of a monosex population of *Oreochromis niloticus* 1 fingerlings produced using 17- α methyl testosterone hormone. **Aquaculture Research & 2 Development**, v. 3,132p, 2012.
- BERTALANFFY, L.V. **Quantitative laws in metabolism and growth**. The Quartely Review of Biology, v.32, p.217-230, 1957.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth: with special reference to the efficiency complex of domestic animals**. New York: Hafner, 1023p, 1945.
- CAULTON, M.S. **Feeding, metabolism and growth of tilapias: some quantitative considerations**. In: PULLIN, R.S.V., LOWE-MCCONNELL, R.H. (Eds.), *The Biology and Culture of tilapias*. ICLARM, Manila, Philippines, p.157–180, 1982.
- CORREIA, E. S.; CARMO, J. L.; FERRAZ, L. B.; FERREIRA, D. A.; JÚNIOR, R. F.; SANTOS, R. M. S. Crescimento de três linhagens de tilápia (*Oreochromis sp.*) em viveiro de cultivo intensivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 13, 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: CONBEP, p. 24, 2003.
- COSTA, A. C.; NETO REIS, R. V.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A.; LAGO, A. A.; SANTOS, V. B. Avaliação do crescimento de tilápias de diferentes linhagens através dos modelos não lineares. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, p.561-564, 2009.
- CYRINO, J. E. P. **Curso de atualização em piscicultura**. Piracicaba: FEALQ, p.49, 1986.
- FERREIRA, D.F. **Estatística Multivariada**. 2. ed, revisada e ampliada, Lavras: UFLA, 676p, 2011.
- FIALHO, F. B. **Interpretação da curva de crescimento de Gompertz**. Concórdia: Embrapa - CNPSA, p.4, 1999.

FRANÇA, J. M. B.; LIMA, F. C. C.; SANTANA, A. C.; SILVA, E. J.; CORREIA, E. S. Crescimento de três linhagens de tilápia (*Oreochromis sp.*) em tanques-rede. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 13, 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: CONBEP, 2003. p. 240.

FULBER, V. M.; MENDEZ, L. D. V.; BRACCINI, G. L.; BARRERO, N. M. L.; DIGMEYER, M.; RIBEIRO, R. P. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, p.177-182, 2009.

GOMIERO, J.S.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, V.B.; SILVA, F.F.; RODRIGUES, P.B.; LOGATO, P.V.R. Curvas de crescimento morfométrico de piraicanjuba (*Brycon 298 orbignyanus*). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 882-889, 2009.

GOMPERTZ, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v.36, p.513–585, 1825.

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, p. 4-14, 2004.

IMSLAND, A. K.; FOLKVORD, A.; GRUNG, G. L.; STEFANSSON, S. O.; TARANGER, G. L. Sexual dimorphism in growth and maturation of turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque, 1810). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 28, p. 101-114, 1997.

Kubitza, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2.ed. Jundiaí: DEGSPARI, p.316, 2011.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; VIRANI, J. R.; PAIVA, P.; TABATA, Y. A. Estudo comparativo do crescimento de *Oreochromis* (Osteichthyes, Cichlidae) em cultivos monosséxo: crescimento em comprimento e peso, rendimento em biomassa. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 13, p.85-93, 1986.

MAJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **Computer Journal**, London, V.20, p. 359-363, 1977.

MALTHUS, T. **An essay on the principle of population**. London: J. Johnson, p.126, 1798.

MELLO, F.; OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P.; RESENDE, E. K.; POVH, J. A.; FORNARI, D. C.; BARRETO, R. V.; MCMANUS, C.; STREIT JR, D. Growth curve by Gompertz nonlinear regression model in female and males in tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 87, p.2309-2315. 2015.

NELDER, J.A. **The fitting of a generalization of the logistic curve.** *Biometrics*, v.17, p.89-94, 1961.

NJIRU, M.; NZUNGI, P.; GETABU A.; WAKWABI, E.; OTHINA, A.; JEMBE, T.; WEKESA, S. Are fisheries management, measures in Lake Victoria successful? The case of Nile perch and Nile tilapia fishery. **Journal compilation**, Blackwell Publishing, 2006.

OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA C. A. L.; MATSUBARA, B. J. A.; OLIVEIRA, S. N.; KUNITA, N. M.; YOSHIDA, G. M.; RIBEIRO, R. P. Padrões de crescimento de machos e fêmeas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, p. 1891-1900, 2013.

RUTTEN, M. J. M.; KOMEN, K.; 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.

SANTOS, V. B., FREITAS, R. T. F., LOGATO, P. V. R., FREATO, T. A., ORFÃO, L. H., MILLIOTI, L. C. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 554-562, 2007.

TENÓRIO, I. V.; SOARES, M. C. F.; LOPES, J. P. Desempenho comparativo em tanques-rede de três linhagens da tilápia do Nilo – *Oreochromis niloticus*: comum, chitralada e mestiço. **Revista Biotemas**, v. 25, p.62-72, 2012.