

AVALIAÇÃO DE CURVAS DE CRESCIMENTO MORFOMÉTRICO DE LINHAGENS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)*

Evaluation of morphometric growth curves of tilapia of Nilo (*Oreochromis niloticus*) strains

Vander Bruno dos Santos¹, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas²,
Fabyano Fonseca e Silva³, Thiago Archangelo Freato⁴

RESUMO

Com o objetivo de avaliar curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápias em função dos pesos de abate, um experimento foi conduzido no setor de piscicultura da Universidade Federal de Lavras, M.G. – Brasil. Foram avaliados 362 peixes da linhagem Chitralada e 345 da Supreme, pesando entre 1,7 e 800 g. Com o crescimento dos animais, amostras aleatórias foram tomadas, sendo os peixes abatidos, pesados e submetidos à avaliação morfométrica. Foram ajustados diferentes modelos de crescimento de medidas corporais em função do peso de abate. Pequenas diferenças entre os ajustes dos modelos foram encontradas para o valor assintótico (A) e grandes diferenças para a taxa de crescimento relativo à maturidade (K) para todas as medidas. Os modelos de Brody e Logístico apresentaram maiores diferenças, ficando os modelos de Gompertz e von Bertalanffy em posição intermediária. A linhagem Supreme obteve valores de “A” ligeiramente maiores, para o comprimento padrão (CP), e ligeiramente menores, para a altura do corpo, em relação aos valores obtidos pela linhagem Chitralada, e essa apresentou maior “K” para a relação comprimento da cabeça/comprimento padrão. Conclui-se que os modelos não lineares de Gompertz, Brody, von Bertalanffy e Logístico descrevem adequadamente o crescimento morfométrico de tilápias do Nilo em função do peso corporal, sendo mais indicados os modelos de Gompertz e von Bertalanffy, tanto para a linhagem Chitralada quanto para a Supreme, considerando que foram pequenas as diferenças existentes entre as duas linhagens.

Termos para indexação: Chitralada, medidas morfométricas, Supreme, Tailandesa.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the morphometric growth curves of tilapia strains in function of the body weight, an experiment was carried out at the Fish Culture of the Animal Sciences Department, Federal University of Lavras, M.G – Brazil. Three hundred sixty-two (362) fish of the Chitralada strain and three hundred forty-five (345) of the Supreme strain, weighting between 1,7 and 800 g were used. With the animals' growth, random samples were taken; the fish were slaughtered, weighted and submitted morphometric evaluation. Different models of growth of body measurements in function of the body weight were fitted. In general, the measurements were adequately adjusted. Short differences were found between the fit of the models for limiting values (A) and high differences for growth rate relative the maturity (K) for all the measurements. The Brody and Logistic models had higher differences than Gompertz and von Bertalanffy that stayed in intermediary position. The Supreme strain had “A” for standard length (SL) slightly higher and for body height slightly smaller than Chitralada strain. The Chitralada strain had higher “K” for head length/standard length relation than Supreme strain. The Gompertz, Brody, von Bertalanffy e Logistic models described adequately the morphometric growth of tilapia in function of body weight, being more indicate the models Gompertz and von Bertalanffy. The differences between Chitralada and Supreme tilapia strains were small.

Index terms: Chitralada, morphometric measurements, Supreme, Thai.

(Recebido em 22 de novembro de 2005 e aprovado em 27 de junho de 2006)

INTRODUÇÃO

O estudo do crescimento por meio do ajuste de uma função que descreva todo o período de vida do animal torna-se mais informativo, pois ela condensa as informações de uma série de dados em um pequeno conjunto de parâmetros biologicamente interpretáveis.

Pode-se obter, com isto, o conhecimento preciso de, por exemplo, taxas de crescimento, taxas de ganho e graus de maturidade em qualquer estágio de desenvolvimento do animal, que são fatores importantes na avaliação de desempenho produtivo e econômico da criação (ALVES, 1986).

¹Vander Bruno dos Santos, Zootecnista, Mestre em Zootecnia – APTA, Pólo Alta Sorocabana – Rod. Raposo Tavares, km 561 – Parque Ecológico Cidade da Criança – 19015-970 – Cx. P. 298 – Presidente Prudente/SP – vander@aptaregional.sp.gov.br

²Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, Zootecnista, Doutor em Zootecnia – Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras/MG – rilke@ufla.br

³Fabyano Fonseca e Silva, Zootecnista, Doutor em Estatística e Experimentação Agropecuária – Departamento de Informática – Setor de Estatística – Universidade Federal de Viçosa/UFV – 36570-000 – Viçosa/MG – fabyano@dpi.ufv.br

⁴Thiago Archangelo Freato, Zootecnista, Mestre em Zootecnia – FELP/EPAMIG – Estrada do Aeroporto (via Vargem Linda) – Laboratório de Piscicultura – 36700-000 – Leopoldina/MG – arcfreato@yahoo.com.br

*Pesquisa financiada pela FAPEMIG.

A curva típica de crescimento, durante a vida, apresenta forma sigmóide, ou seja, o crescimento durante a primeira etapa da vida é lento, seguido de um período de auto-aceleração, até atingir o ponto máximo da taxa de crescimento, por volta da puberdade, quando ocorre uma fase de autodesaceleração (BERG & BUTTERFIELD, 1976).

Segundo Mazzini (2001), dentre as funções não lineares mais utilizadas para ajustar as relações peso-idade destaca-se a função de Richards (RICHARDS, 1959), a qual se caracteriza por apresentar quatro parâmetros. Outras funções, como as de Brody (BRODY, 1945), Gompertz (LAIRD, 1965), Logística (NELDER, 1961) e von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1957), com três parâmetros e classificadas como casos especiais da função de Richards, são as mais comumente usadas (Tabela 1).

Segundo Elias (1998) e Mazzini et al. (2003), os parâmetros “A” e “K” dessas funções têm importantes interpretações biológicas. O parâmetro “A” representa o peso assintótico superior ou peso adulto do animal. O parâmetro “K” representa a taxa de maturidade, ou seja, é a relação entre a taxa de crescimento relativo e o peso adulto do animal. Quanto maior o valor de K, mais precoce é o animal.

TABELA 1 – Forma geral das funções não lineares mais utilizadas para descrever o crescimento peso-idade.

| Função | Equação |
|-----------------|--------------------------|
| Brody | $A (1 - B e^{-kt})$ |
| von Bertalanffy | $A (1 - B e^{-kt})^3$ |
| Logística | $A (1 + B e^{-kt})^{-1}$ |
| Gompertz | $A \exp(-B e^{-kt})$ |
| Richards | $A (1 - B e^{-kt})^M$ |

Em que **A** é peso assintótico ou peso máximo; **B** uma constante de integração sem interpretação biológica; e a base do logaritmo natural; **K** a taxa de crescimento relativo ao peso máximo ou taxa de maturidade; **t** o tempo e **M** o parâmetro de inflexão, ou seja, o momento em que o crescimento deixa de acelerar. No modelo de Brody $m = 1$, no de von Bertalanffy $m = 3$, no logístico $m = -1$ e no de Gompertz $m \rightarrow \infty$.

Uma série de dados peso-idade tem sido freqüentemente estudada e modelada. Entretanto, nas populações animais, as variáveis extrínsecas ao indivíduo como, por exemplo, condições climáticas, influenciam claramente esta relação. Neste caso, modelos ecológicos seriam mais indicados. Em animais saudáveis, o aumento

de peso reflete rigorosamente o crescimento e pode-se muitas vezes relacioná-lo com outras variáveis como comprimento, altura, largura, etc, no lugar do tempo, desconsiderando assim, variações ambientais (SANTOS, 2004). Segundo Contreras-Guzmán (1994), a forma do corpo é de grande importância na escolha dos equipamentos para pesca, estocagem (caixas, prateleiras), processamento na indústria (decapitação, evisceração, resfriamento) e no rendimento da carne quando pré-processada na forma de corpo limpo, postas ou filés.

Avaliações das formas dos peixes de diferentes espécies têm sido realizadas em uma série de trabalhos e relacionadas às características de carcaça (peso e rendimentos), mas o estudo do crescimento ou como os peixes adquirem as suas formas características têm sido pouco avaliadas. Além disso, o surgimento de novas linhagens de tilápias, que possuem padrões de crescimento diferenciados, tem demandado avaliações comparativas entre esses peixes. Assim, objetivou-se, com este trabalho, comparar diferentes modelos de crescimento ajustados para medidas morfométricas em função do peso, para as linhagens de tilápias Chitralada e Supreme.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no setor de piscicultura da Universidade Federal de Lavras – MG no período de fevereiro a dezembro de 2003. Foram utilizados alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) das linhagens Chitralada ou Tailandesa e GenoMar Supreme. Alevinos de população monosexo masculino (tratados com 17 α -metilttestosterona) foram cultivados em dois tanques de alvenaria de 40 m², com aerador. Cada tanque recebeu 1000 alevinos de uma das duas linhagens de tilápias em estudo, com peso inicial variando de 0,5 a 1g. Os parâmetros de qualidade da água como a temperatura e o oxigênio foram obtidos diariamente, no início do dia e no final da tarde, e o pH aferido semanalmente.

Os peixes foram alimentados com ração comercial, com quantidade de proteína bruta (PB) específica para cada fase de crescimento (farelada com 56% PB para alevinos, extrusada com 42% para juvenis e extrusada com 32% para crescimento e terminação). A quantidade foi fornecida de acordo com a biomassa dos tanques e a temperatura da água, variando de 15% na primeira semana a 2% na última.

Durante o crescimento dos peixes, amostras aleatórias foram retiradas. Na 12^a semana de idade, o número de peixes de cada tanque foi reduzido para 400. Apesar da densidade de estocagem na 12^a semana ser de 10 peixes/m², ela foi constantemente reduzida por ocasião das

amostragens. A cada amostragem, os peixes foram abatidos (anóxia) após jejum de 24 horas e insensibilização por choque térmico. Após o abate, estes foram pesados e submetidos à avaliação morfométrica.

A) Avaliação Morfométrica

Foram realizadas as seguintes medidas métricas (cm):

- Comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o bordo caudal do opérculo;
- Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal);
- Altura do corpo medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal (AC);
- Largura do corpo tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal (LC);
- Como complemento, foram calculadas as seguintes razões morfométricas:
 - CC/CP = comprimento da cabeça / comprimento padrão;
 - AC/LC = altura do corpo / largura do corpo;

O comprimento padrão (CP) foi medido através de um ictiômetro e as demais medidas foram realizadas com auxílio de fita métrica e de paquímetro graduados em milímetros (mm). Foram avaliados morfometricamente 362 peixes da linhagem Chitralada e 345 da Supreme, pesando de 1,7 a 800g.

B) Análise dos Dados

Foram utilizados nessa pesquisa os modelos de crescimento de Brody, von Bertalanffy, Gompertz e Logístico para as variáveis morfométricas em função do peso corporal. Estes modelos estão ilustrados na Tabela 1. Os modelos foram avaliados mediante os seguintes avaliadores da qualidade dos ajustes: coeficiente de determinação ajustado (R^2 Aj.), quadrado médio do erro (QME), número de iterações e intervalo de confiança dos parâmetros.

Nos diferentes modelos, os parâmetros das curvas para cada linhagem foram comparados pelos seus intervalos de confiança com probabilidade de 95%. Os ajustes foram obtidos através do PROC MODEL e do PROC NLIN do pacote computacional SAS para Windows versão 6.12.

A hipótese de correlação serial dos resíduos não foi testada, pois os peixes foram abatidos, ou seja, analisados uma única vez. Não haveria explicação biológica se houvesse correlação entre eles.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as medidas morfométricas ajustaram adequadamente aos modelos de Gompertz, Brody, von Bertalanffy e Logístico (Tabela 2), existindo grande semelhanças entre eles. Apesar de possuírem algumas diferenças estatisticamente significativas no parâmetro “A” entre os modelos, elas foram mínimas, podendo muitas vezes trazer a mesma aplicabilidade prática independentemente do modelo que seja escolhido. Por exemplo, conforme ilustrado na Figura 1, podemos observar em maiores detalhes o valor assintótico ou máximo (A) do comprimento da cabeça (CC) nos diferentes modelos para a linhagem Chitralada. O maior valor (8,36 cm) ocorreu para o modelo de Brody e o menor (7,87 cm) para o Logístico, sendo essa diferença de 0,49 cm muito pequena, apesar de estatisticamente significativa.

As demais medidas morfométricas também tiveram comportamentos semelhantes quando ajustadas nos diferentes modelos. De uma maneira geral, os modelos de Brody e Logístico apresentaram diferenças mais acentuadas, ficando os modelos de Gompertz e von Bertalanffy em posição intermediária para os parâmetros A e K. O parâmetro B apresentou as diferenças mais acentuadas entre os diferentes modelos em todas as medidas morfométricas, com exceção das relações CC/CP e AC/LC, sendo seu menor valor para o modelo von Bertalanffy e o maior valor para o modelo Logístico.

Os avaliadores da qualidade dos ajustes R^2 Aj., QME e número de iterações apresentaram pequenas diferenças entre os modelos não lineares de crescimento não devendo, portanto, serem adotados como critério para seleção do modelo mais apropriado nesse tipo de estudo (Tabela 2). Quando se considera o parâmetro K, os intervalos de confiança (Tabela 3) foram menores nos modelos de Brody, maiores no Logístico e mais próximos entre os modelos de Gompertz e von Bertalanffy, para as variáveis morfométricas. Para as relações CC/CP e AC/LC os modelos não apresentaram diferenças, à exceção do modelo de von Bertalanffy que apresentou maior B para a relação CC/CP e menor B para a relação AC/LC.

Na descrição do crescimento, todas as curvas possuem suas vantagens e desvantagens. Comparações entre elas têm sido freqüentes. Entretanto, as diferenças entre os vários modelos de crescimento são insignificantes quando comparadas com a variabilidade do campo de dados (VALIELA, 1995, citado por GAMITO, 1998). Isso ocorre quando se trabalha com crescimento de populações, mas pode não ser verdade quando o interesse é descrever o crescimento individual e levar em consideração a velocidade com que o animal atinge seu tamanho maturo (K). Podemos observar diferenças nas estimativas de K na ordem de mais de 100% entre os modelos de Brody e Logístico (Tabela 2).

TABELA 2 – Estimativas dos parâmetros das funções não lineares de crescimento morfométrico em função do peso corporal, coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{Aj.}$), quadrado médio do erro (QME) e número de iterações computacionais para as linhagens de tilápias Chitralada (Ch) e Supreme (Su).

| Variáveis | Funções | Parâmetros | | | | | | Avaliadores do Ajuste | | | | | |
|-----------|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------------------|-------|--------|--------|--------------|----|
| | | A | | B | | k | | $R^2_{Aj.}$ | | QME | | n° Iterações | |
| | | Ch | Su | Ch | Su | Ch | Su | Ch | Su | Ch | Su | Ch | Su |
| CC | Gompertz | 8,0268 b | 8,0887 b | 1,3723 b | 1,3383 b | 0,0069 b | 0,0067 b | 0,976 | 0,965 | 0,1173 | 0,1438 | 8 | 7 |
| | Brody | 8,3646 a | 8,4531 a | 0,7790 c | 0,7723 c | 0,0044 c | 0,0042 c | 0,985 | 0,977 | 0,0711 | 0,0951 | 7 | 7 |
| | von Bertalanffy | 8,1081 b | 8,1796 b | 0,3748 d | 0,3680 d | 0,0060 b | 0,0058 b | 0,979 | 0,969 | 0,1017 | 0,1276 | 10 | 10 |
| | Logística | 7,8743 b | 7,9061 b | 2,6505 a | 2,5181 a | 0,0095 a | 0,0093 a | 0,967 | 0,954 | 0,1610 | 0,1891 | 11 | 10 |
| CP | Gompertz | 24,5516 Bb | 25,3853 Ab | 1,4495 b | 1,4325 b | 0,0077 b | 0,0069 b | 0,976 | 0,970 | 1,2109 | 1,3388 | 8 | 6 |
| | Brody | 25,5248 Ba | 26,6593 Aa | 0,8001 c | 0,7985 c | 0,0048 d | 0,0042 d | 0,986 | 0,982 | 0,6794 | 0,7831 | 6 | 6 |
| | von Bertalanffy | 24,7858 Bb | 25,6984 Ab | 0,3918 d | 0,3888 d | 0,0067 c | 0,0060 c | 0,979 | 0,974 | 1,0324 | 1,1537 | 7 | 8 |
| | Logística | 24,1058 Bb | 24,7590 Ab | 2,9072 a | 2,8231 a | 0,0108 a | 0,0098 a | 0,966 | 0,958 | 1,7021 | 1,8504 | 11 | 11 |
| AC | Gompertz | 9,8486 Abc | 9,5397 Bb | 1,4901 b | 1,4426 b | 0,0092 b | 0,0095 b | 0,973 | 0,969 | 0,2286 | 0,2133 | 10 | 8 |
| | Brody | 10,2001 Aa | 9,8414 Ba | 0,8091 c | 0,8002 c | 0,0057 c | 0,0060 d | 0,984 | 0,980 | 0,1335 | 0,1335 | 7 | 6 |
| | von Bertalanffy | 9,9359 Ab | 9,6171 Bba | 0,4002 d | 0,3907 d | 0,0080 d | 0,0083 c | 0,977 | 0,973 | 0,1967 | 0,1867 | 11 | 9 |
| | Logística | 9,6754 Ac | 9,3837 Bb | 3,0744 a | 2,8727 a | 0,0134 a | 0,0136 a | 0,963 | 0,958 | 0,3149 | 0,2856 | 11 | 8 |
| LC | Gompertz | 3,9844 | 4,0385 | 1,3348 b | 1,3576 b | 0,0115 b | 0,0117 b | 0,954 | 0,953 | 0,0591 | 0,0558 | 11 | 10 |
| | Brody | 4,0849 | 4,1438 | 0,7638 c | 0,7764 c | 0,0073 c | 0,0076 c | 0,965 | 0,967 | 0,0457 | 0,0394 | 8 | 8 |
| | von Bertalanffy | 4,0116 | 4,0670 | 0,3651 d | 0,3718 d | 0,0100 b | 0,0103 b | 0,958 | 0,958 | 0,0548 | 0,0505 | 11 | 11 |
| | Logística | 3,9280 | 3,9785 | 2,5924 a | 2,5995 a | 0,0169 a | 0,0167 a | 0,946 | 0,942 | 0,0701 | 0,0697 | 11 | 10 |
| CC/CP | Gompertz | 0,3228 | 0,3201 | -0,1468 b | -0,1334 b | 0,0459 A | 0,0227 B | 0,625 | 0,577 | 0,0001 | 0,0002 | 5 | 9 |
| | Brody | 0,3228 | 0,3202 | -0,1568 b | -0,1417 b | 0,0477 A | 0,0236 B | 0,625 | 0,576 | 0,0001 | 0,0002 | 4 | 9 |
| | von Bertalanffy | 0,3228 | 0,3202 | -0,0500 a | -0,0454 a | 0,0465 A | 0,0230 B | 0,625 | 0,577 | 0,0001 | 0,0002 | 6 | 9 |
| | Logística | 0,3227 | 0,3201 | -0,1376 b | -0,1257 b | 0,0442 A | 0,0219 B | 0,626 | 0,578 | 0,0001 | 0,0002 | 5 | 9 |
| AC/LC | Gompertz | 2,4495 | 2,3613 | 0,2115 Aa | 0,1432 Ba | 0,0066 | 0,0038 | 0,458 | 0,299 | 0,0326 | 0,0204 | 4 | 13 |
| | Brody | 2,4517 | 2,3647 | 0,1921 Aa | 0,1347 Ba | 0,0062 | 0,0035 | 0,458 | 0,298 | 0,0326 | 0,0204 | 5 | 11 |
| | von Bertalanffy | 2,4502 | 2,3624 | 0,0683 Ab | 0,0467 Bb | 0,0065 | 0,0037 | 0,458 | 0,299 | 0,0326 | 0,0204 | 6 | 17 |
| | Logística | 2,4477 | 2,3583 | 0,2334 Aa | 0,1524 Ba | 0,0071 | 0,0041 | 0,458 | 0,300 | 0,0326 | 0,0204 | 4 | 12 |

Estimativas seguidas letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna não são iguais pela sobreposição de intervalos de confiança ($\alpha = 0,05$); Estimativas seguidas de letras maiúsculas diferentes em uma mesma linha não são iguais pela sobreposição de intervalos de confiança ($\alpha = 0,05$).

TABELA 3 – Limites superior e inferior dos intervalos de confiança ($\alpha = 0,05$) dos parâmetros das funções não lineares de crescimento morfométrico em função do peso corporal para as duas linhagens de tilápias (Chitralada e Supreme).

| Variáveis | Funções | Parâmetros | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------|------------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|------------|--------|---------|--------|
| | | A | | | | B | | | | K | | | |
| | | Chitralada | | Supreme | | Chitralada | | Supreme | | Chitralada | | Supreme | |
| CC | Gompertz | 7,9148 | 8,1389 | 7,9500 | 8,2275 | 1,3470 | 1,3977 | 1,3090 | 1,3675 | 0,0065 | 0,0073 | 0,0062 | 0,0071 |
| | Brody | 8,2441 | 8,4851 | 8,2995 | 8,6067 | 0,7736 | 0,7844 | 0,7656 | 0,7790 | 0,0041 | 0,0046 | 0,0040 | 0,0045 |
| | von Bertalanffy | 7,9950 | 8,2212 | 8,0382 | 8,3210 | 0,3697 | 0,3800 | 0,3618 | 0,3741 | 0,0057 | 0,0064 | 0,0055 | 0,0062 |
| | Logística | 7,7617 | 7,9869 | 7,7698 | 8,0423 | 2,5528 | 2,7482 | 2,4121 | 2,6241 | 0,0089 | 0,0101 | 0,0087 | 0,0099 |
| | Gompertz | 24,2261 | 24,8771 | 24,9718 | 25,7988 | 1,4205 | 1,4784 | 1,4020 | 1,4629 | 0,0072 | 0,0081 | 0,0065 | 0,0073 |
| | Brody | 25,1965 | 25,8530 | 26,2202 | 27,0984 | 0,7945 | 0,8056 | 0,7925 | 0,8045 | 0,0046 | 0,0051 | 0,0040 | 0,0045 |
| CP | von Bertalanffy | 24,4625 | 25,1090 | 25,2817 | 26,1150 | 0,3861 | 0,3976 | 0,3827 | 0,3950 | 0,0063 | 0,0071 | 0,0056 | 0,0063 |
| | Logística | 23,7685 | 24,4432 | 24,3445 | 25,1735 | 2,7881 | 3,0264 | 2,7011 | 2,9451 | 0,0101 | 0,0114 | 0,0092 | 0,0105 |
| | Gompertz | 9,7256 | 9,9716 | 9,4107 | 9,6687 | 1,4558 | 1,5243 | 1,4070 | 1,4782 | 0,0087 | 0,0097 | 0,0090 | 0,0100 |
| | Brody | 10,0790 | 10,3213 | 9,7161 | 9,9668 | 0,8026 | 0,8156 | 0,7927 | 0,8077 | 0,0054 | 0,0060 | 0,0057 | 0,0063 |
| | von Bertalanffy | 9,8147 | 10,0571 | 9,4901 | 9,7440 | 0,3934 | 0,4070 | 0,3835 | 0,3980 | 0,0075 | 0,0084 | 0,0079 | 0,0087 |
| | Logística | 9,5457 | 9,8051 | 9,2478 | 9,5196 | 2,9288 | 3,2199 | 2,7328 | 3,0126 | 0,0126 | 0,0143 | 0,0128 | 0,0144 |
| LC | Gompertz | 3,9287 | 4,0401 | 3,9787 | 4,0983 | 1,2939 | 1,3758 | 1,3150 | 1,4002 | 0,0107 | 0,0123 | 0,0110 | 0,0125 |
| | Brody | 4,0273 | 4,1425 | 4,0859 | 4,2017 | 0,7535 | 0,7741 | 0,7660 | 0,7867 | 0,0068 | 0,0078 | 0,0071 | 0,0080 |
| | von Bertalanffy | 3,9558 | 4,0673 | 4,0080 | 4,1259 | 0,3564 | 0,3739 | 0,3627 | 0,3809 | 0,0093 | 0,0107 | 0,0096 | 0,0109 |
| | Logística | 3,8714 | 3,9846 | 3,9157 | 4,0412 | 2,4462 | 2,7385 | 2,4488 | 2,7502 | 0,0157 | 0,0181 | 0,0156 | 0,0178 |
| | Gompertz | 0,3207 | 0,3249 | 0,3176 | 0,3227 | -0,1594 | -0,1342 | -0,1455 | -0,1213 | 0,0365 | 0,0554 | 0,0177 | 0,0277 |
| | Brody | 0,3208 | 0,3249 | 0,3176 | 0,3228 | -0,1711 | -0,1426 | -0,1553 | -0,1280 | 0,0379 | 0,0574 | 0,0185 | 0,0288 |
| CC/CP | von Bertalanffy | 0,3207 | 0,3249 | 0,3176 | 0,3228 | -0,0544 | -0,0456 | -0,0496 | -0,0412 | 0,0370 | 0,0561 | 0,0180 | 0,0281 |
| | Logística | 0,3207 | 0,3248 | 0,3175 | 0,3227 | -0,1487 | -0,1265 | -0,1363 | -0,1150 | 0,0350 | 0,0534 | 0,0170 | 0,0268 |
| | Gompertz | 2,3962 | 2,5029 | 2,2764 | 2,4462 | 0,1879 | 0,2351 | 0,1105 | 0,1758 | 0,0040 | 0,0092 | 0,0013 | 0,0063 |
| | Brody | 2,3965 | 2,5070 | 2,2742 | 2,4552 | 0,1727 | 0,2116 | 0,1047 | 0,1646 | 0,0037 | 0,0087 | 0,0011 | 0,0060 |
| | von Bertalanffy | 2,3963 | 2,5042 | 2,2757 | 2,4491 | 0,0609 | 0,0756 | 0,0362 | 0,0573 | 0,0039 | 0,0090 | 0,0012 | 0,0062 |
| | Logística | 2,3959 | 2,4994 | 2,2781 | 2,4386 | 0,2048 | 0,2620 | 0,1168 | 0,1881 | 0,0044 | 0,0098 | 0,0015 | 0,0066 |
| AC/LC | von Bertalanffy | 2,3963 | 2,5042 | 2,2757 | 2,4491 | 0,0609 | 0,0756 | 0,0362 | 0,0573 | 0,0039 | 0,0090 | 0,0012 | 0,0062 |
| | Logística | 2,3959 | 2,4994 | 2,2781 | 2,4386 | 0,2048 | 0,2620 | 0,1168 | 0,1881 | 0,0044 | 0,0098 | 0,0015 | 0,0066 |

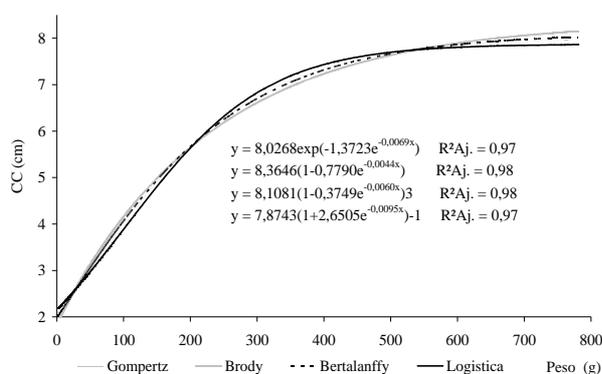


FIGURA 1 – Curvas de crescimento para o comprimento da cabeça (CC) em função do peso corporal da linhagem de tilápia Chitralada mostrando as pequenas diferenças existentes entre os modelos.

O estudo das curvas de crescimento animal tem sido ampliado no sentido de manipulá-lo em direção a uma melhoria na eficiência da produção animal, com o intuito de associar fatores intrínsecos e extrínsecos para que o momento de abate de diferentes raças seja indicado (SANTOS, 2002), entretanto diferenças dessas curvas em peixes, mais especificamente em linhagens de tilápias, não têm sido estudadas. No estudo de ajuste de funções de crescimento é importante destacar que a forma das curvas pode apresentar variações entre diferentes raças e dentro de uma mesma raça entre o sexo dos animais (SANTOS, 2002). Isso pode ser mais agravante em peixes quando se estudam diferentes espécies. Além disso, esse estudo em peixes é escasso, e o surgimento de diferentes linhagens de uma determinada espécie de interesse zootécnico, requer esse tipo de avaliação em diferentes ambientes e sistemas de cultivo.

Como pode ser visto na Tabela 2, as linhagens de tilápias apresentaram diferenças significativas no valor assintótico (A) do comprimento padrão (CP) e altura do corpo (AC). Essas diferenças foram na ordem de 3 – 4% e estão ilustradas nas Figuras 2 e 3, respectivamente. A linhagem Supreme obteve um comprimento padrão ligeiramente maior e uma altura do corpo ligeiramente menor quando comparada com a Chitralada. Porém, não houve diferença nos parâmetros B e K entre as linhagens em todas as medidas morfométricas.

Os ajustes das relações morfométricas CC/CP e AC/LC também apresentaram diferenças entre as linhagens. A relação CC/CP apresentou diferença somente no parâmetro K, sendo maior para a linhagem Chitralada

(Tabela 2). Interessante ressaltar que essa variável apresentou comportamento inverso às demais (valor negativo para o parâmetro B), ou seja, uma diminuição do comprimento da cabeça em relação ao comprimento padrão, com o aumento do peso corporal (Figura 4), embora tenha apresentado um relativamente baixo coeficiente de determinação ajustado (aproximadamente 60%) e relativamente grande intervalo de confiança (Tabela 3).

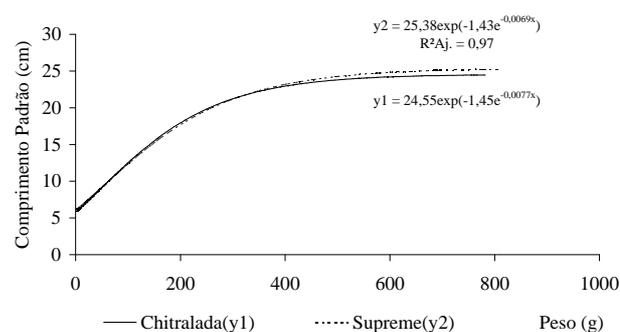


FIGURA 2 – Modelo de Gompertz para descrever o crescimento morfométrico do comprimento padrão (cm) em função do peso corporal nas linhagens de tilápias (Chitralada e Supreme).

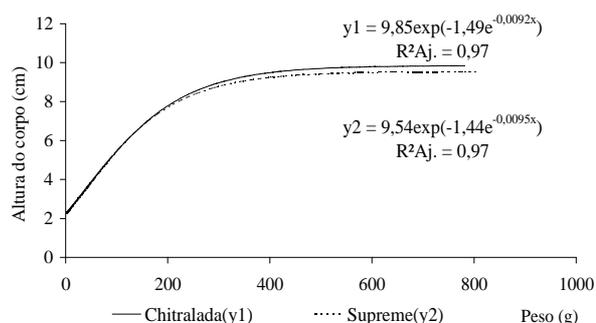


FIGURA 3 – Modelo de Gompertz para descrever o crescimento morfométrico da altura do corpo (cm) em função do peso corporal nas linhagens de tilápias (Chitralada e Supreme).

Já a relação AC/LC apresentou diferença apenas no parâmetro B. Entretanto, essa variável apresentou R^2_{Aj} muito baixo e diferenças entre os limites inferior e superior do intervalo de confiança foram maiores que 100% para o parâmetro K. Isso mostra uma aderência relativamente ruim das funções e uma estimativa não confiável do parâmetro K.

O estudo do crescimento morfométrico, utilizando-se modelos não lineares, mostrou pequenas diferenças entre as linhagens de tilápias estudadas. Provavelmente, isso seja diferente quando diferentes espécies são estudadas. Quando espécies diferentes são utilizadas, formas corporais diferentes estão envolvidas e os parâmetros dos modelos de crescimento podem ter diferenças mais acentuadas.

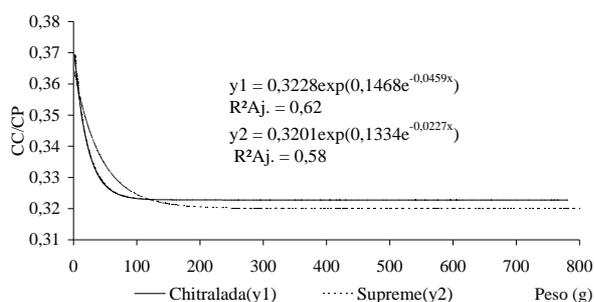


FIGURA 4 – Diminuição da relação CC/CP (comprimento da cabeça / comprimento padrão) em função do peso corporal nas linhagens de tilápias Chitralada e Supreme.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os modelos não lineares de Gompertz, Brody, von Bertalanffy e Logístico descrevem adequadamente o crescimento morfométrico de tilápias do Nilo em função do peso corporal, sendo mais indicados os modelos de Gompertz e von Bertalanffy, tanto para a linhagem Chitralada quanto para a Supreme, considerando que foram pequenas as diferenças existentes entre as duas linhagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. G. O. **Estudo genético de características reprodutivas em suínos e avaliação de curvas de crescimento em cruzamentos dialélicos**. 1986. 124 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 1976. 240 p.
- BERTALANFFY, L. von. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quarterly Review of Biology**, [S.l.], v. 32, p. 217-230, 1957.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth**: with special reference to the efficiency complex of domestic animals. New York: Hafner, 1945. 1023 p.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.
- ELIAS, A. M. **Análise de curvas de crescimento de vacas da raça Nelore, Guzerá e Gir**. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba, 1998.
- GAMITO, S. Growth models and their use in ecological modelling: an application to a fish population. **Ecological Modelling**, [S.l.], v. 133, n. 1/3, p. 83-94, 1998.
- LAIRD, A. K. Dynamics of relative growth. **Growth**, [S.l.], v. 29, n. 9, p. 249-263, 1965.
- MAZZINI, A. R. A. **Análise da curva de crescimento de machos Hereford considerando heterogeneidade de variâncias e autocorrelação dos erros**. 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- MAZZINI, A. R. A.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H.; SILVA, F. F. Análise da curva de crescimento de machos Hereford. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1105-1112, 2003.
- NELDER, J. A. The fitting of a generation of the logistic curve. **Biometrics**, Washington, v. 17, p. 89-110, 1961.
- RICHARDS, J. F. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 10, p. 290, 1959.
- SANTOS, C. L. **Estudo do crescimento e da composição química dos cortes de carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia**. 2002. 257 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- SANTOS, V. B. dos. **Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de Tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.