



**NATÁLIA MICHELE NONATO MOURAD**

**CRESCIMENTO PONDERAL E  
MORFOMÉTRICO DO PACU  
*Piaractus mesopotamicus*, TAMBAQUI  
*Colossoma macropomum* E SEUS HÍBRIDOS DA  
PRIMAVERA AO INVERNO**

**LAVRAS – MG**

**2012**

**NATÁLIA MICHELE NONATO MOURAD**

**CRESCIMENTO PONDERAL E MORFOMÉTRICO DO PACU *Piaractus mesopotamicus*, TAMBAQUI *Collossoma macropomum* E SEUS HÍBRIDOS  
DA PRIMAVERA AO INVERNO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

**LAVRAS – MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Mourad, Natália Michele Nonato.

Crescimento ponderal e morfométrico do pacu *Piaractus mesopotamicus*, tambaqui *Colossoma macropomum* e seus híbridos da primavera ao inverno / Natália Michele Nonato Mourad. – Lavras : UFLA, 2012.

74 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Bibliografia.

1. Cruzamento. 2. Curva de crescimento. 3. Fotoperíodo. 4. Peixes de água doce. 5. Temperatura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.37520431

**NATÁLIA MICHELE NONATO MOURAD**

**CRESCIMENTO PONDERAL E MORFOMÉTRICO DO PACU *Piaractus mesopotamicus*, TAMBAQUI *Colossoma macropomum* E SEUS HÍBRIDOS DA PRIMAVERA AO INVERNO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 21 de junho de 2012.

Dr. Daniel Okamura UFLA

Dra. Gláucia Frasnelli Mian UFLA

Dra. Priscila Vieira e Rosa UFLA

Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2012**

*A minha querida avó Maria do Rosário Ribeiro Lopes (in memoriam)*

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação de Zootecnia (DZO), pela oportunidade concedida para realização do mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela orientação, apoio, confiança e amizade durante todo o curso;

Ao professor Dr. Renato Ribeiro Lima, pela orientação nas análises estatísticas;

Ao professor Dr. Moacyr Serafini, pela condução do experimento.

Ao doutorando Adriano Carvalho Costa; pela amizade, carinho, apoio dedicados e por ter colaborado e me guiado durante toda execução deste trabalho;

Ao pós-doutorando Rafael Vilhena Reis Neto, pela ajuda na correção deste trabalho.

À minha prima Fernanda Nonato de Freitas Andrade e minha amiga Drielle Boari de Lima, pela amizade e colaboração na dissertação.

Aos meus pais, Antoine Michel Mourad e Leide de Lourdes Nonato;

Aos meus irmãos. Valentina Nonato Mendonça, Henrique Nonato Mendonça, Cíntia Nonato Mendonça e Layla Isadora Nonato Mourad;

A todos os meus amigos que sempre torceram por mim e estiveram ao meu lado;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO GERAL

O desenvolvimento da piscicultura com espécies nativas é de grande interesse para produção e desenvolvimento da piscicultura nacional, portanto objetivou-se com este trabalho, avaliar o crescimento ponderal e morfométrico dos produtos do cruzamento dialélico completo entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum*, durante o período de cultivo compreendido entre o final da primavera e o início do inverno, na região Sudeste. O experimento teve início 300 dias após a reprodução, com 400 juvenis de Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui provenientes desta reprodução, com peso médio de 66,18 g ( $\pm 13,49$  g); 54,59 g ( $\pm 11,01$  g); 91,30 g ( $\pm 13,44$  g); 73,98 g ( $\pm 10,76$  g) respectivamente. Os juvenis foram estocados e cultivados separadamente por grupo genético durante o período experimental em hapas de 6 x 11 metros separadas por tela de polipropileno de 9 x 9 mm dentro de um viveiro de terra 66 m<sup>2</sup> (6 m x 11 m). Os peixes foram alimentados de acordo com a biomassa de cada grupo genético e fase de criação com uma ração comercial extrusada com 35% de proteína bruta. A cada 28 dias, foram feitas amostragens, onde 20 peixes de cada grupo genético foram coletados, pesados e submetidos à avaliação morfométrica (comprimento padrão, comprimento de cabeça, altura corporal e largura corporal). Os dados coletados foram tabulados e submetidos às análises de regressão não linear (Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalanffy) e de resíduo e verificado o modelo que obteve maior coeficiente de determinação e que melhor se ajustou pelo método de Akaike. Posteriormente foram estimados os intervalos de confiança para os parâmetros do modelo escolhido. A função Logística foi a que melhor ajustou-se para descrever o crescimento em peso corporal e as medidas morfométricas em função da idade para todos os grupos genéticos. Assim os quatro grupos genéticos estudados apresentaram comportamento semelhante de crescimento tanto para peso corporal, como para as medidas morfométricas. Houve diferenças significativas entre os grupos genéticos quanto a parâmetros A (valor assintótico) e B (constante de integração) para o peso corporal e para todas as medidas morfométricas avaliadas. Já para o parâmetro K (taxa de maturidade), houve diferença significativa entre os grupos para o peso corporal, comprimento de cabeça e altura do corpo. Os grupos genéticos foram afetados pela diminuição do fotoperíodo e da temperatura, reduzindo assim seu crescimento. De maneira geral os grupos genéticos diferenciaram entre si para os parâmetros A e K. O híbrido tambacu foi superior ao paqui em todas as variáveis avaliadas para o parâmetro A, e também foi superior aos puros, exceto em comprimento de cabeça e largura corporal.

Palavras-chave: Curva de crescimento. Cruzamento. Formato do corpo. Peixe.

## GENERAL ABSTRACT

The development of fish farming with native species is of great interest to production and development of national aquaculture therefore this study aimed at evaluating the ponderal and morphometric growth of the products of the complete diallel cross-breeding between Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and Tambaqui (*Colossoma macropomum*) during the cultivation period from the end of spring to the beginning of winter. The experiment began 300 days after the reproduction, with 400 juveniles of Pacu, Tambaqui, Tambacu and Paqui resulted of this reproduction, with average weight of 66,18g ( $\pm 13,49g$ ); 54,59g ( $\pm 11,01g$ ); 91,30g ( $\pm 13,44g$ ); 73,98g ( $\pm 10,76g$ ) respectively. The juveniles were stocked and cultivated separately by genetic group during the experimental period in cages of 6 x 11 meters separated by polypropylene netting of 9 x 9 mm inside a land-based nursery pond of 66 m<sup>2</sup> (6 x 11 m). The fish were fed a commercial extruded feed with 35% crude protein accordingly to each genetic group's biomass and the phase of production. Samples of 20 fish from each genetic group were collected, weighed and submitted to morphometric evaluation of average length, head length, body height and body width every 28 days. The collected data were tabulated and submitted to non-linear regression analysis (Brody, Gompertz, Logistic and von Bertalanffy) and residue analysis, and the model that obtained the largest determination coefficient and that better adjusted to the Akaike method was verified. Later, the confidence intervals were estimated for the parameters of the chosen model. The Logistic function adjusted better to describe the growth in body weight and the morphometric measures for age on all the genetic groups. Therefore, the four studied genetic groups presented similar behavior of growth for body weight as well as for the morphometric measures. There were significant differences between the genetic groups regarding parameters A (asymptotic value) and B (integration constant) for body weight and for all the morphometric measures evaluated. For the parameter K (maturity rate), there were significant difference between groups for body weight, head length and body height. The genetic groups were affected by the shortening of the photoperiod and the decrease of temperature, thus decreasing their growth. In general, the genetic groups presented difference between one another for the A and K parameters. The hybrid Tambacu was superior to the Paqui in all the variables evaluated for the parameter A, and was also superior to the pure breed, except for head length and body width.

Keywords: Growth curve. Cross-breeding. Body form. Fish.

## LISTA DE FIGURAS

### PRIMEIRA PARTE

Figura 1	Exemplar de pacu, <i>Piaractus mesopotamicus</i> .....	16
Figura 2	Exemplar de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> .....	18
Figura 3	Exemplar de tambacu.....	20
Figura 4	Exemplar de paqui.....	20

### ARTIGO 1

Figura 1	Medidas morfométricas realizadas em um exemplar de pacu ( <i>Piaractus Mesopotamicus</i> ).....	46
----------	--	----

## LISTA DE GRÁFICOS

### ARTIGO 1

- Gráfico 1 Temperatura média e duração média do dia em função dos dias experimentais, compreendendo o período entre o dia 13 de outubro ao dia 10 de julho ..... 50
- Gráfico 2 Temperatura média mensal e peso estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo (A). Duração média do dia e peso estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo (B)..... 61
- Gráfico 3 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e comprimento padrão estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo..... 64
- Gráfico 4 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e comprimento de cabeça estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo ..... 65
- Gráfico 5 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e altura corporal estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo ..... 66
- Gráfico 6 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e largura corporal estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo ..... 67

## LISTA DE TABELAS

### PRIMEIRA PARTE

- Tabela 1 Funções não lineares utilizadas ..... 47
- Tabela 2 Cálculo da informação de Akaike (AIC) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalanffy para as variáveis peso corporal, comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura corporal (AC) e largura corporal (LC) dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui ..... 52
- Tabela 3 Estimativa dos parâmetros A, B e K e seus respectivos intervalos de confiança (IC) a partir do modelo Logístico, para as variáveis peso corporal, comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura corporal (AC) e largura corporal (LC) dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui ..... 55

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>		
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
<b>2.1</b>	<b>Características das espécies</b> .....	14
<b>2.1.1</b>	<b>Pacu</b> .....	14
<b>2.1.2</b>	<b>Tambaqui</b> .....	16
<b>2.2</b>	<b>Híbridos</b> .....	19
<b>2.3</b>	<b>Fatores que Influenciam o Crescimento</b> .....	20
<b>2.3.1</b>	<b>Temperatura</b> .....	24
<b>2.3.2</b>	<b>Fotoperíodo</b> .....	26
<b>2.4</b>	<b>Crescimento</b> .....	20
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	28
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29
	<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGO</b> .....	39
	<b>ARTIGO 1 Crescimento Ponderal e Morfométrico do Pacu, Tambaqui e seus Híbridos do Final da Primavera ao Início do Inverno</b> .....	39
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	42
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	44
<b>2.1</b>	<b>Localização e período experimental</b> .....	44
<b>2.2</b>	<b>Material biológico, instalações e manejo</b> .....	44
<b>2.3</b>	<b>Avaliação morfométrica</b> .....	45
<b>2.4</b>	<b>Análise estatística</b> .....	46
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	69
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	70

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento da piscicultura com espécies nativas é de grande interesse para produção e desenvolvimento da piscicultura nacional. No entanto, a maioria das espécies nativas, não possuem informações científicas de avaliações do índices produtivos. Por isso o conhecimento de tais índices é fundamental quando se deseja realizar o cultivo intensivo.

Entretanto, para um cultivo intensivo a escolha da espécie é de suma importância e exige atenção para algumas características como: adaptabilidade e tolerância a diferentes ambientes, resistência a doenças, facilidade de reprodução em cativeiro, desempenho, crescimento, qualidade e aproveitamento da carcaça.

Os peixes redondos (pacu e tambaqui) atendem a essas exigências por possuírem carne com excelente sabor, alto rendimento de filé (45%), baixa exigência quanto à qualidade de água, facilidade de adaptação ao cultivo, e por serem uma das espécies mais apreciadas na pesca esportiva, respondendo portanto por 82% da quantidade de peixes nativos cultivados no Brasil.

Além disso, alguns produtores vêm utilizando os cruzamentos interespecíficos para produção de híbridos visando aumentar o potencial das espécies parentais, todavia sem informações científicas e qualificação profissional. Embora a produção de híbridos já tenha se tornado uma prática comum nas pisciculturas, há uma escassez de estudos sobre as vantagens da produção de híbridos em relação aos parentais.

Estudos referentes ao crescimento ponderal e morfométrico são de grande importância para a compreensão do crescimento tanto nas mudanças no tamanho quanto na forma dos peixes, pois podem fornecer dados na avaliação de desempenho produtivo e econômico da criação.

Existem várias pesquisas levando-se em consideração os fatores ambientais sobre o crescimento dos peixes em ambiente controlado, pois é de conhecimento que tanto a temperatura quanto o fotoperíodo, bem como os efeitos interativos entre esses fatores, podem afetar o desenvolvimento do animal no crescimento, ganho em peso, ingestão de alimento, gasto de energia, atividade locomotora, reprodução e sobrevivência. Mas ainda são escassos os trabalhos com a variação natural da temperatura e fotoperíodo sobre estas espécies, e como a intensidade e aumento do tempo de luz durante o dia, assim como a temperatura variam conforme as estações do ano e o clima da região fazem-se necessários então, estudos que demonstrem a os efeitos de tais fatores ambientais sobre o crescimento destas espécies na região de interesse.

Portanto, com este trabalho objetivou-se avaliar o crescimento ponderal e morfométrico dos produtos do cruzamento dialélico completo entre pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante o período de cultivo compreendido entre o final da primavera e o início do inverno na região sudeste do Brasil.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Espécies

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) são pertencentes à ordem Characiforme, família: Characidae e subfamília Myleinae.

#### 2.1.1 Pacu

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) é também conhecido como pacu-caranha, caranha e pacu-guaçu (URBINATI; GONÇALVES, 2005). Possui ampla distribuição geográfica na América do Sul sendo uma espécie originária dos rios que compõe a bacia do Prata bem como dos rios das bacias Paraná, Paraguai e Uruguai (CASTAGNOLLI, 1992; NAKATANI et al., 2001; URBINATI; GONÇALVES, 2005).

Essa espécie possui formato do corpo alto, arredondado e ventre levemente comprimido. Sua cabeça é relativamente pequena (comprimento aproximado 2,7 a 4,2 cm) com boca terminal e duas séries de dentes. Apresenta cor acinzentada, mais escura na região dorsal, clareando em direção à região ventral. As nadadeiras, dorsal e peitoral são escuras, enquanto que as nadadeiras pélvica, anal e caudal são alaranjadas. Possui escamas pequenas e em grande número na linha lateral (BRITTO et al., 2003; GRAÇA; PAVANELLI, 2007).

Existem relatos de peixes com 82,0 cm de comprimento total e 18,5 kg de peso vivo (MOREIRA et al., 2001). Em ambiente natural é comum encontrar peixes de até 8 kg (NAKATANI et al., 2001).

O pacu é considerado um peixe generalista do tipo podador e de caráter oportunista pois apresenta alimentação bastante diversificada, como folhas,

caules, flores, frutos, sementes, vegetais e insetos, variando em função da sazonalidade (COSTA, 2007; HAHN; FUGI; ANDRIAN, 2004; LOGATO; MENIN, 1994; SILVA, 1985).

É uma espécie que possui grande habilidade em utilizar eficientemente altos níveis de carboidratos dietário (BALDAN, 2008). Além disso, apresentou alta digestibilidade da energia e da proteína para os principais alimentos utilizados na fabricação de rações (ABIMORAD; CARNEIRO; URBINATI, 2007).

O pacu apresenta fecundação externa e desova total e está apto a reproduzir dos três até os oito anos de idade, sendo o seu período de reprodução de outubro a março (URBINATI; GONÇALVES, 2005). Em seu habitat natural, o pacu realiza longas migrações no sentido das cabeceiras dos rios, período em que a temperatura da água está mais alta, os dias são mais longos e os rios apresentam maior volume e maior quantidade de sólidos suspensos (CASTAGNOLLI et al., 1988). As fêmeas, que não apresentam cuidado parental e podem produzir em média 1.200 ovócitos por grama de desova (MURGAS et al., 2002).

Em viveiros, o pacu reproduz por estímulo hormonal, através de hormônios sintéticos ou extrato desidratado de hipófise. A fêmea desova após 275 horas-grau e os ovos devem ser incubados em uma taxa de estocagem de 3.000 ovos/L. O tempo de incubação pode variar de 18 a 22 horas com temperaturas entre 22 °C a 28 °C. As larvas podem ser transferidas para viveiros com 4-5 dias após eclosão a uma densidade de 100 a 250 larvas/m<sup>2</sup> (ANDRADE; YASUI, 2003; BERNARDINO; MENDONÇA; RIBEIRO, 1986).

O pacu apresenta boa tolerância ao clima das regiões Sudeste e Sul do Brasil que apresenta temperaturas mais baixas do que nas demais regiões do país. No entanto, sua produção concentra-se principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, e é considerada como uma das espécies de grande valor

comercial para piscicultura nacional e até internacional, pois apresenta resistência às variações ambientais, facilidade de manejo, adaptação à alimentação artificial, crescimento rápido, alto rendimento de filé e carne saborosa (BERNADINO; ALCANTARA; SENHORI, 1988; LIMA; FERRARI; MELO, 1988; PULLELA, 1997; RESENDE, 2003; SERAFINI, 2010; SOUZA, 1998).



Figura 1 Exemplo de pacu, *Piaractus mesopotamicus*

### 2.1.2 Tambaqui

O tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818), é um peixe nativo das bacias dos rios Solimões, Amazonas e Orinoco e está amplamente distribuído na parte tropical da América do Sul e na Amazônia Central. Assim, pode ser conhecido com diferentes nomes como cachama (Venezuela), cachama-negra (Colômbia) e gamitama (Peru) (ARAÚJO-LIMA; GOMES, 2005).

Considerado o segundo maior peixe de escamas da América do Sul, perdendo em porte somente para o pirarucu *Arapaima gigas* pode pesar 30 kg e atingir um metro de comprimento (ARAÚJO-LIMA; GOMES, 2005; SOUZA,

1998). Seu corpo apresenta formato arredondado, coloração parda na metade superior e preta na metade inferior de seu corpo. O tambaqui possui boca terminal com fortes dentes molariformes e incisivos, que durante o período de inundação das florestas o permitem quebrar sementes e frutos de seringueiras e palmeiras (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001; GRAÇA; PAVANELLI, 2007).

De hábito alimentar onívoro com tendência a herbivoria, o tambaqui é também filtrador e frugívoro (HONDA, 1974; NUNES et al., 2006). Durante as fases de larva e pós-larva, alimenta-se de zooplâncton, já em sua fase juvenil consome basicamente pequenas sementes e invertebrados e na fase adulta alimenta-se de frutos, castanhas, sementes e caramujos (REIS NETO, 2007). Na época de escassez de alimento o zooplâncton torna-se novamente o principal alimento do tambaqui (SILVA; PEREIRA FILHO; OLIVEIRA-PEREIRA, 2000). Esta espécie adapta-se facilmente à alimentação artificial, por possuir grande capacidade de digerir proteína animal e vegetal (NUNES et al., 2006).

O tambaqui é um peixe de piracema com fecundação externa e desova total que realiza grandes migrações no período de reprodução, de novembro a março, época de cheia (VAZZOLER; MENEZES, 1992; MOREIRA et al., 2001). Apresenta alta fecundidade, e não possui cuidado parental. Esta espécie atinge a maturidade sexual entre o terceiro e o quatro ano de vida sendo mais tardia, em regiões onde a temperatura média anual é mais baixa (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1997; GRAÇA; PAVANELLI, 2007; LIMA; BARBIERI; VERANI, 1984).

Como ocorre com a maioria das espécies migradoras, em cativeiro o tambaqui é induzido com utilização de hormônios com vários protocolos utilizando hormônios sintéticos ou extrato seco de hipófise (ARAÚJO-LIMA; GOMES, 2005). A desova ocorre após 200 a 300 horas-grau e os ovos devem ser incubados a uma taxa de estocagem 2 g/L ou 3.000 ovos/L. A temperatura

deve estar entre 22 °C a 28 °C, e o tempo de incubação varia de 18 a 22 horas. De 4 a 6 dias após a eclosão, as larvas podem ser transferidas para tanques adubados, a uma densidade de até 700 larvas/m<sup>3</sup> (ANDRADE; YASUI, 2003).

O tambaqui apresenta qualidades como o crescimento rápido, além de fácil aceitação às rações artificiais conforme citado anteriormente e adaptação à criação em cativeiro. Outra qualidade importante é a consistência de sua carne, bem como o sabor que é muito apreciado pelo consumidor (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998; VAL; HONCZARYK, 1995). Devido às características anteriormente citadas, esta é a terceira espécie de água doce, e a primeira nativa, mais produzida no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, 2008).

Apesar de o seu cultivo ser possível em todo o território nacional, ele está concentrado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde o clima é favorável e possui boa aceitação no mercado, pois os riscos de alta mortalidade durante os meses de inverno nos Estados das regiões Sul e Sudeste, tem desencorajado muitos aquicultores em cultivar o tambaqui principalmente em locais onde a água atinge temperaturas abaixo dos 17 °C (SOUZA, 1998).



Figura 2 Exemplar de tambaqui, *Colossoma macropomum*

## 2.2 Híbridos

O acasalamento de indivíduos geneticamente distantes é conhecido como hibridação, podendo obter-se cruzamentos dentro de uma mesma espécie (cruzamento de variedades) ou cruzamentos entre espécies (cruzamento interespecífico). O processo de hibridação vem sendo amplamente utilizado no melhoramento genético visando aproveitar a heterose de grupos geneticamente distantes, onde a média dos filhos é superior à média dos pais (HUBBS, 1955; PEREIRA, 2004).

A hibridação é interessante para a aquicultura e geralmente é utilizada para produzir organismos com características desejáveis tais como: resistência a doenças, ganho de peso acelerado, resistência à baixas temperaturas, qualidade da carne, capacidade de tolerar variações ambientais entre outras características com finalidade de produzir peixes mais vantajosos para o cultivo (BARTLEY; RANA; IMMINK, 2001; PEREIRA, 2004).

Um cruzamento que vem sendo muito realizado em pisciculturas com objetivo de obter tais características desejáveis é entre as espécies pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). Os híbridos provenientes desse cruzamento são conhecidos como tambacu (fêmea de tambaqui e macho de pacu) e paqui (fêmea de pacu e macho de tambaqui). O cruzamento entre essas duas espécies é bem sucedido, por elas possuírem o mesmo número de cromossomos ( $2n = 54$ ), o que permite o pareamento e a formação de embriões (SARACURA; CASTAGNOLLI, 1990).

O tambacu apresenta maior tolerância a temperaturas mais baixas dos meses de inverno nas regiões sul e sudeste, além de apresentar crescimento mais rápido que o pacu (MELO; PEREIRA, 1994). Não há relatos sobre o paqui e seu desempenho na literatura.



Figura 3 Exemplar de tambacu



Figura 4 Exemplar de paqui

### 2.3 Crescimento

O crescimento, sob o ponto de vista econômico, é um dos mais importantes parâmetros a ser melhorado em um programa de seleção (HUANG; LIAO,1990). Pode-se entender como crescimento a variação de magnitude. Essas variações referem-se a mudanças de diversas dimensões como altura, largura, comprimento, peso ou massa do corpo do organismo como um todo ou em seus vários tecidos em relação ao tempo. E ainda dizem respeito aos teores

de proteínas, lipídios entre outros constituintes do corpo (WEATHERLEY; GILL, 1987).

Durante a primeira etapa da vida do animal o crescimento é lento, obtendo-se uma auto-aceleração que o leva a atingir o ponto máximo da taxa de crescimento, chamado ponto de inflexão, quando ocorre uma autodesaceleração, o que confere uma forma de curva sigmoide ao crescimento (BERG; BUTTERFIELD, 1976). Os peixes parecem ter crescimento contínuo no decorrer da sua vida quando o alimento não é um fator limitante, ao contrário da maioria dos vertebrados (GAMITO, 1998).

O crescimento tem como um dos componentes o formato do corpo, expresso por medidas ou índices morfométricos (REIST, 1985). Sendo a morfometria o estudo da forma e sua relação com o tamanho e a compreensão dessa relação na composição corporal dos animais domésticos é fundamental para a produção animal (GOMIERO, 2005; MORAES, 2003; PERES NETO, 1995).

Os estudos de carcaça de peixes têm grande importância do ponto de vista econômico e de produção, pois, por meio destes, pode-se fazer uma estimativa da produtividade, tanto para o piscicultor como para a indústria de processamento de pescado (SOUZA et al., 1999). Todavia, a seleção para pesos e rendimentos corporais encontra várias dificuldades, sendo que uma delas é o sacrifício do animal para a sua mensuração que pode levar indiretamente a perda de um potencial reprodutor dentro do plantel, impossibilitando o aproveitamento de suas características em programas de seleção (CREPALDI et al., 2008).

#### **2.4 Curvas de Crescimento**

Uma das formas de se avaliar o crescimento, tanto ponderal quanto morfométrico, é por meio de modelos não lineares. Os estudos de modelos não

lineares de crescimento por meio do ajuste de equações de predição do peso em função da idade do animal tem sido importante porque podem resumir informações de uma série de dados em um pequeno conjunto de importantes parâmetros biologicamente interpretáveis (FREITAS, 2007).

Dentre as funções não lineares mais utilizadas, para ajustar as relações peso-idade, destacam-se as funções com três parâmetros, de Brody:  $y_i = A (1 - B e^{-k t})$ ; von Bertalanffy:  $y_i = A (1 - B e^{-k t})^3$ ; logístico:  $y_i = A (1 + B e^{-k t})^{-1}$ ; Gompertz:  $y_i = A \exp(-B e^{-k t})$ , em que A é o 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 a maturidade e t o tempo (idade), (MAZZINI, 2001). O modelo exponencial:  $y_i = A e^{K t}$ , embora não seja indicado para um longo período de crescimento, seu uso na aquicultura é, relativamente, comum pela sua simplicidade, podendo-se descrever facilmente o crescimento de peixes com apenas pesos inicial e final sendo A o peso inicial estimado, K a taxa de crescimento e t o tempo (idade) (GAMITO, 1998).

Várias comparações em relação a curvas de crescimento têm sido realizadas, pois estas apresentam vantagens e desvantagens na descrição do crescimento. Todavia, as divergências entre os vários modelos de crescimento são diminutas quando comparadas com a variabilidade do campo de dados (VALIELA, 1995 citado por GAMITO, 1998).

Estudos avaliando o crescimento morfométrico até o peso de abate das linhagens de tilápias Chitralada e Supreme, em tanques de alvenaria, mostraram 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 (SANTOS et al., 2007).

Outros trabalhos avaliando os mesmos modelos de crescimento para peso, em função da idade de tilápias do Nilo das linhagens Tailandesa, Vermelha, UFLA e uma linhagem comercial até 409, 462, 486 e 603 gramas, respectivamente, em condições semelhantes de cultivo, observaram que o modelo exponencial foi indicado para descrever o crescimento das linhagens, e que as mesmas possuem comportamento idêntico de crescimento e não atingiram peso na maturidade até o peso em que foram estudadas. Os mesmos autores, também, observaram diferenças na taxa de crescimento das linhagens estudadas. A linhagem UFLA apresentou maior taxa de crescimento para tais condições ambientais que as demais (COSTA et al., 2009).

E ainda, avaliando-se o crescimento de três linhagens de tilápias, submetidas a quatro planos nutricionais em tanques-rede e em viveiro escavado, observou-se que o modelo de Gompertz é o mais indicado para descrever o crescimento destas linhagens submetidas aos diferentes planos nutricionais (FREATO, 2009).

Já outros trabalhos mostram que o modelo exponencial, pode ser utilizado para descrever o crescimento dos componentes da composição química do filé, ou seja, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) de linhagens de tilápias cultivadas em tanques de alvenaria (ALLAMAN, 2011).

O estudo de ajuste de modelos não lineares para o peso corporal e medidas morfométricas em função da idade do pacu, tambaqui e seus híbridos e a comparação destes por meio de seus parâmetros na literatura científica são escassos. Estes estudos são importantes, pois podem fornecer dados importantes na avaliação de desempenho produtivo e econômico da criação (GOMEZ-PONCE et al., 2011; RODRIGUEZ et al., 2010).

## **2.5 Fatores que Influenciam o Crescimento**

Existem vários fatores que influenciam o crescimento dos peixes como a disponibilidade de alimentos, densidade populacional, genética, condições ambientais.

### **2.5.1 Temperatura**

A temperatura é importante para os seres vivos tanto para seu metabolismo quanto para suas atividades gerais (RODRIGUES, 2004). Como os peixes são animais heterotérmicos, ou seja, o metabolismo varia de acordo com a temperatura do meio onde vivem (BRATTSTROM, 1979), a temperatura pode influenciar no consumo de alimento, crescimento, taxa metabólica e desempenho durante todas as fases ontogênicas. O efeito dos processos vitais, geralmente é mais intenso em temperaturas mais quentes e se retarda em temperaturas mais baixas. Portanto, um melhor crescimento e desempenho do animal estão associados à época do ano em que é dado o início do cultivo (CYRINO et al., 2010; MOURA et al., 2007; SANTOS, 2004).

Os animais em geral apresentam amplas faixas de tolerância à temperatura, mas apresentam uma específica faixa de conforto ambiental, e se forem expostos a temperaturas inferiores a sua faixa considerada ideal têm o consumo de alimento limitado à sua taxa metabólica basal. Quando o animal atinge a temperatura corpórea ideal, o alimento consumido é otimizado, liberando a energia necessária à multiplicação celular e ao crescimento (PIEDRAS; MORAES; POUHEY, 2004; SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

A temperatura corporal de peixes adultos é regulada através do sangue, no processo respiratório, pois, quando o sangue passa pelas brânquias, o calor

metabólico gerado é perdido para o ambiente, através da água (PIEDRAS; MORAES; POUEY, 2004).

Pesquisas realizadas com pacu nas regiões Centro-Oeste (CHABALIN; FERRAZ DE LIMA, 1988; FERRAZ DE LIMA et al., 1988), Sudeste (ANGELINI; CANTELMO; PETRERE JÚNIOR, 1992; FERRARI; LUCAS; GASPAR, 1990) e Sul (BORGHETTI; CANZI, 1993), do Brasil mostraram uma relação entre crescimento e temperatura, sendo que durante o outono e o inverno ocorreu uma desaceleração no ritmo de crescimento.

Estudos realizados mostram que para pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a faixa de temperatura ideal está entre 26 e 30 °C, com o nível de amônia em 0 mg/L, oxigênio dissolvido menor que 3 mg/L, pH neutro e alimentadas com ração balanceada (Moeljoredjo, 1998). Temperaturas acima de 32 °C e abaixo de 27 °C reduzem o apetite e o crescimento de tilápias (KUBITZA, 2000).

O desenvolvimento de ovos e larvas de mero-crioulo *Epinephelus striatus*, com fotoperíodo 12L:12E apresentaram influência negativa na sobrevivência à medida que se aumentava a temperatura (WATANABE et al., 1995).

Juvenis de tainhas *Mugil platanus*, submetidas a várias temperaturas apresentaram melhoras na conversão alimentar e na taxa de crescimento na temperatura de 30 °C (OKAMOTO; SAMPAIO; MAÇADA, 2006).

De maneira geral, cada espécie de peixe possui uma faixa de temperatura na qual eles expressam maior potencial de crescimento (PIEDRAS; MORAES; POUEY, 2004). No entanto há poucos trabalhos que relatem os efeitos da temperatura em ambiente natural sobre o crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) bem como de seus híbridos.

### 2.5.2 Fotoperíodo

O fotoperíodo é caracterizado pelo tempo de incidência dos raios solares sobre o nosso planeta, ou seja, o comprimento de um dia é conhecido como fotoperíodo.

Dentre todos os fatores ambientais, o fotoperíodo é o que apresenta maior influência sobre o relógio biológico dos peixes, pois pode afetar a ingestão de alimento, o gasto de energia, a atividade locomotora e consequentemente o ganho de peso (BISWAS; TAKEUCHI, 2002).

Ultimamente tem-se utilizado da manipulação do fotoperíodo tendo em vista melhorar o crescimento dos peixes dentro da produção de espécies de interesse comercial (TAYLOR; MIGAUD, 2009).

Dias longos, podem alterar o crescimento, seja pelo aumento do consumo de ração, desenvolvimento da massa muscular devido maior atividade locomotora dos animais (BOEUF; BAIL, 1999), seja pela melhor eficiência de utilização dos nutrientes (BISWAS et al., 2006a) ou devido ao redirecionamento da energia proveniente do desenvolvimento gonadal para o crescimento somático (BOEUF; BAIL, 1999; GINÉS et al., 2004; RAD et al., 2006).

Um maior crescimento, conversão alimentar e eficiência de utilização da proteína foram demonstrados em alevinos de tilápia do Nilo submetidos à fotoperíodos mais longos (18 L) e contínuos (24 L), (VERAS, 2011). Já para eficiência alimentar e sobrevivência de pós-larvas e alevinos de tilápia do Nilo, comprovou-se que as respostas dos peixes aos fotoperíodos estão relacionadas com a fase ontogênica (ABDEL-FATTAH; EL-SAYED; KAWANNA, 2004). O melhor crescimento de larvas de *Latris lineata* ocorre em 24L:0E e 18L:6E, (TROTTER; BATTAGLENE; PANKHURST, 2003).

O crescimento de *Pagrus major* (pargo vermelho) tornou-se expressivamente mais rápido quando submetido à luz contínua (24L:0E). As

melhores conversões alimentar aconteceram nos fotoperíodos 24L:0E e 16L:8E (BISWAS et al., 2006b).

O ganho de peso máximo, sobrevivência e a redução da heterogeneidade de tamanho no *Pagrus auratus* (dourada), ocorrem no fotoperíodo de 18L:6E, (TUCKER et al., 2006).

Contudo, existem poucas informações sobre os efeitos desse fator ambiental no desenvolvimento e crescimento de peixes nativos como o tambaqui e o pacu, nas diferentes fases de suas produções.

### **3 CONCLUSÃO**

Até o momento, trabalhos avaliando o crescimento ponderal e morfométrico de pacu, tambaqui e seus híbridos levando-se em consideração a temperatura e duração do dia em ambiente natural durante o período compreendido entre a primavera e o inverno são escassos, e uma ferramenta importante para se avaliar este crescimento é por meio de modelos não lineares de crescimento.

## REFERÊNCIAS

ABDEL-FATTAH, M.; EL-SAYED, A. F. M.; KAWANNA, M. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: I Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, p. 393-402, 2004.

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, Maringá, n. 23, p. 425-434, 2001.

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E. C. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Research**, Oxford, n. 38, p. 36-44, 2007.

ALLAMAN, I. B. **Desenvolvimento ponderal, morfométrico, alométrico e da deposição de componentes químicos corporais em linhagens de tilápia *Oreochromis* sp.** 2011. 133 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

ANDRADE, D. R.; YASUI, G. S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 166-172, mar./abr. 2003.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2005. cap. 8, p. 175-202.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1998. 186 p.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. **So fruitful a fish: ecology conservation and aquaculture of the Amazon's tambaqui**. New York: Columbia University, 1997. 191 p.

BALDAN, A. P. **Avaliação da tolerância do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) a carboidratos**. 1008. 119 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

BARTLEY, D. M.; RANA, K.; IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v. 5, n. 3, p. 325-337, 2001.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University, 1976. 240 p.

BERNARDINO, G.; FERRARI, V. A. Efeitos do uso da ração comercial no desempenho do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 em cativeiro. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 2, p. 19-33, 1989.

BERNARDINO, G.; MENDONÇA, J. O. J.; RIBEIRO, L. P. Indução a desova do tambaqui (*Collossa macropomum*) com extrato bruto de hipófises. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4., 1986, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Aquaciência, 1986. 1 CD ROM.

BERNADINO, G.; ALCANTARA, R. C. G.; SENHORI, J. A. Procedimentos para a reprodução induzida e alevinagem do Tambaqui *Collossoma macropomum* e Pacu *Piaractus mesopotamicus*. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE AQUICULTURA, 6.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1988, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: UFSC, 1988. p. 193.

BISWAS, A. K. et al. Effect of photoperiod manipulation on the growth performance and stress response of juvenile red sea bream (*Pagrus major*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 258, n. 1/4, p. 350-356, Aug. 2006a.

BISWAS, A. K. et al. Stress response of red sea bream *Pagrus major* to acute handling and chronic photoperiod manipulation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 252, n. 2/4, p. 566-572, Mar. 2006b.

BISWAS, A. K.; TAKEUCHI, T. Effects of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Oreochromis niloticus*, part II. **Fisheries Science**, Tokyo, v. 68, n. 3, p. 543-553, June 2002.

BOEUF, G.; BAIL, P. Y. L. Does light have an influence on fish growth? **Aquaculture**, Amsterdam, v. 177, n. 1/4, p. 129-152, July 1999.

BRATTSTROM, B. H. Amphibian temperature regulation studies in the field and laboratory. **America Zoological**, Oxford, v.19, p. 345-356, 1979.

BRITTO, S. G. C. et al. **Peixes do Rio Paranapanema**. São Paulo: Duke Energy International Geração Paranapanema, 2003. 112 p.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.

CASTAGNOLLI, N. et al. Níveis plasmáticos de testosterona e cortisol em *Colossoma mitrei*, pacu, na natureza (NAT) e no cativeiro (CAT). In: REUNIÃO ANUAL DA FEDERAÇÃO DAS SOCIEDADES DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL, 9., 1988, Caxambu, MG. **Resumo...**Caxambu: [s. n.], 1988. 1 CD ROM.

COSTA, A. C. et al. Avaliação do crescimento de tilápias de diferentes linhagens através de modelos não lineares. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 58, p. 561-654, 2009.

COSTA, G. M. **Estudo histomorfológico e análise dos perfis celulares do rim cefálico, fígado, baço e timo do *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887, Teleosteo, Characidae), Pacu**. 2007. 133 p. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestre) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CREPALDI, D. V. et al. Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*) avaliado por ultra-som. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 813-824, out./dez. 2008.

CYRINO, J. E. P. et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, p. 68-87, 2010.

FERRARI, V. A.; LUCAS, A. F. B.; GASPAR, L. A. Monocultura de pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, em condições de viveiro-estufa. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 3, p. 33-42, 1990.

FREATO, T. A. **Interação entre linhagem e plano nutricional em diferentes sistemas de cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 90 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

FREITAS, A. R. **Estimativas de curvas de crescimento na produção animal**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2007. 29 p. (Documento, 68).

GAMITO, S. Growth models and their use in ecological modelling: an application to a fish population. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 133, n. 1/3, p. 83-94, Nov. 1998.

GINÉS, R. et al. Effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 35, n. 13, p. 1207-1212, Nov. 2004.

GODOY, M. P. **Peixes do Brasil: subordem Characoidei: bacia do rio Mogi-Guaçu**. Piracicaba: Franciscana, 1975. v. 4, 846 p.

GOMEZ-PONCE, M. A. et al. Age and growth of the hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) in the dam "Zimapan" Mexico. **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 59, n. 2, p. 761-770, June 2011.

GOMIERO, J. S. G. **Curvas de crescimento morfométrico e alométrico de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)**. 2005. 45 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do Alto Rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: EDUEM, 2007. 241 p.

HAHN, N. S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I. F. Trophic ecology of fish assemblages. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **The Upper Parana River Floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys, 2004.

HONDA, E. M. S. Contribuição ao conhecimento de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. **Acta Amazônica**, Manaus, n. 4, p. 47-53, 1974.

HUANG, C. M.; LIAO, I. C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 85, n. 1/4, p. 199-205, 1990.

HUBBS, C. L. Hybridization between fish species in nature. **Systematic Zoology**, Oxford, v. 58, n. 4, p. 1-20, Feb. 1955.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília, 2008. 174 p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiá: [s. n.], 2000. 289 p.

LIMA, J. A. F.; BARBIERI, G.; VERANI, J. R. Período de reprodução, tamanho e idade da primeira maturação gonadal do pacu, *Colossoma mitrei*, em ambiente natural (Rio Cuiabá, Pantanal do Mato Grosso). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 1984. p. 477-497.

LIMA, J. A. F.; FERRARI, V. A.; MELO, J. S. C. Comportamento do Pacu, *Colossoma metri*, em cultura experimental, no Centro-oeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 1, n. 2, p. 15-28, jul./dez. 1988.

LOGATO, P. V. R.; MENIN, E. . Histologia funcional do estômago de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG 1889). In: ENCONTRO ANUAL DE AQUACULTURE, 11., 1994, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: [s. n.], 1994. p. 55.

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.

MELO, J. S. C.; PEREIRA, J. A. Crescimento do híbrido tambacu (fêmea de *Colossoma macropomum* x macho de *Piaractus mesopotamicus*) em cultivo intensivo. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 7, p. 56-61, 1994.

MOELJOREDJO, S. **Acompanhamento do desenvolvimento das pós-larvas de tilápia rosa (Híbrido de *Oreochromis sp.*) durante o tratamento de reversão sexual, no período mais crítico do ano, na Estação de Piscicultura de Bebedouro, Petrolina – PE.** 1998. 46 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.

MORAES, D. A. **A morfometria geométrica e a “Revolução na Morfometria” localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos.** São Paulo: USP, 2003. 187 p. (Boletim, 3).

MOREIRA, H. L. M. et al. **Fundamentos da moderna aquicultura.** Canoas: ULBRA, 2001. 200 p.

MOURA, G. S. et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1609-1615, nov. 2007.

MURGAS, L. D. S. et al. **Reprodução/espécies para piscicultura.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 38 p.

NAKATANI, K. et al. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação.** Maringá: Eduem, 2001. 378 p.

NUNES, E. S. S. et al. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 41, p. 139-143, 2006.

OKAMOTO, M. H.; SAMPAIO, L. A.; MAÇADA, A. P. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. **Revista Atlântica**, Porto Alegre, v. 28, p. 61-66, 2006.

PEREIRA, J. C. C. Heterose e cruzamentos. In: \_\_\_\_\_. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 4. ed. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2004. p. 222-283.

PERES NETO, P. R. Introdução a análises morfométricas. In: PERES NETO, P. R. et al. (Ed.). **Tópicos em tratamento de dados biológicos**. Rio de Janeiro: Oecologia Brasiliensis, 1995. v. 2, p. 57-89.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 30, p. 177-182, 2004.

PULLELA, S. V. S. **Aquaculture of Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and a comparison of its quality: microbiological, sensory and proximate composition Blacksburg**. 1997. 191 p. Dissertation (Master of Science Food Science and Technology) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 1997.

RAD, F. et al. Effects of different long-day photoperiods on somatic growth and gonadal development in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 255, n. 1/4, p. 292-300, May 2006.

REIS NETO, R. V. **Avaliações morfométricas de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos**. 2007. 74 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

REIST, J. D. An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. **Canadian Journal of Zoology**, Toronto, v. 63, n. 6, p. 1429-1439, Dec. 1985.

RESENDE, E. K. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná Basin excluding the upper Paraná River. In: CAROLSFELD, J. et al. (Ed.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation states**. Victoria: World Bank, 2003. Chap. 3, p. 99-155.

RODRIGUES, W. C. **Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos**. *Info Insetos*, Morro Azul, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004

RODRIGUEZ, D. et al. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* var. chitralada in a commercial production cycle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 93, p. 350-350, 2010.

SANTOS, A. J. G. **Fisiologia dos animais aquáticos: de uma maneira concisa e precisa**. Recife: UFRPE, 2004. p. 33-34. (Livro guia de estudo).

SANTOS, V. B. et al. A. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, set./out. 2007.

SARACURA, V. F.; CASTAGNOLLI, N. Comparação do desempenho entre alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e híbridos de Pacu e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Ciência Zootécnica*, Jaboticabal, v. 5, n. 3, p. 17-19, mar. 1990.

SERAFINI, M. A. **Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. 2010. 68 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SILVA, A. J. Regime alimentar do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895) no Pantanal de Mato Grosso em relação à flutuação do nível da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., 1985, Campinas. **Anais...** Campinas: 1985. p.179.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) natural food. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 4, p. 599-605, Nov. 2000.

SOUZA, M. L. R. et al. Estudo de carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 637-644, 1999.

SOUZA, V. L. **Efeitos da restrição alimentar e da realimentação no crescimento e metabolismo energético de juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887)**. 1998. 118 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

TAYLOR, J.; MIGAUD, H. Timing and duration of constant light affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth during autumn-spring grow-out in freshwater. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 13, p. 1551-1558, Sept. 2009.

TROTTER, A. J.; BATTAGLENE, S. C.; PANKHURST, P. M. Effects of photoperiod and light intensity on initial swim bladder inflation, growth and post-inflation viability in cultured striped trumpeter (*Latris lineate*) larvae. **Aquaculture**, Amsterdam. v. 224, p. 141-158, 2003.

TUCKER, B. J. et al. Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper *Pagrus auratus*. **Aquaculture**, Amsterdam. v. 258, p. 514-520, 2006.

URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2005.

VAL, A. L.; HONCZARYK, A. **Creating fish in the Amazon**. Manaus: Instituto de Pesquisa da Amazônia, 1995. 149 p.

VAZZOLER, A. E. A.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 627-640, 1992.

VERAS, G. C. **Fotoperíodos no comportamento locomotor e desenvolvimento de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**.2011. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

WATANABE, W. O. et al. Hatchery study of the effects of temperature on eggs and yolk sac larval of the Nassau grouper *Epinephelus striatus*. **Aquaculture**, Amsterdam. v. 136, p. 141- 147, 1995.

WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. **The Biology of Fish Growth**. London, Academic Press, 1987. 443 p.

**SEGUNDA PARTE - ARTIGO**

**ARTIGO 1 CRESCIMENTO PONDERAL E MORFOMÉTRICO DO  
PACU, TAMBAQUI E SEUS HÍBRIDOS DA PRIMAVERA  
AO INVERNO**

MOURAD, N.M.N.

## RESUMO

O desenvolvimento da piscicultura com espécies nativas é de grande interesse para produção e desenvolvimento da piscicultura nacional, portanto objetivou-se com este trabalho, avaliar o crescimento ponderal e morfométrico dos produtos do cruzamento dialélico completo entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum*, durante o período de cultivo compreendido entre o final da primavera e o início do inverno, na região Sudeste. O experimento teve início 300 dias após a reprodução, com 400 juvenis de Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui provenientes desta reprodução, com peso médio de 66,18 g ( $\pm 13,49$  g); 54,59 g ( $\pm 11,01$  g); 91,30 g ( $\pm 13,44$  g); 73,98 g ( $\pm 10,76$  g) respectivamente. Os juvenis foram estocados e cultivados separadamente por grupo genético durante o período experimental em hapas de 6 x 11 metros separadas por tela de polipropileno de 9 x 9 mm dentro de um viveiro de terra 66 m<sup>2</sup> (6m x 11m). Os peixes foram alimentados de acordo com a biomassa de cada grupo genético e fase de criação com uma ração comercial extrusada com 35% de proteína bruta. A cada 28 dias, foram feitas amostragens, onde 20 peixes de cada grupo genético foram coletados, pesados e submetidos à avaliação morfométrica (comprimento padrão, comprimento de cabeça, altura corporal e largura corporal). Os dados coletados foram tabulados e submetidos às análises de regressão não linear (Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalanffy) e de resíduo e verificado o modelo que obteve maior coeficiente de determinação e que melhor se ajustou pelo método de Akaike. Posteriormente foram estimados os intervalos de confiança para os parâmetros do modelo escolhido. A função Logística foi a que melhor ajustou-se para descrever o crescimento em peso corporal e as medidas morfométricas em função da idade para todos os grupos genéticos. Assim os quatro grupos genéticos estudados apresentaram comportamento semelhante de crescimento tanto para peso corporal, como para as medidas morfométricas. Houve diferenças significativas entre os grupos genéticos quanto a parâmetros A (valor assintótico) e B (constante de integração) para o peso corporal e para todas as medidas morfométricas avaliadas. Já para o parâmetro K (taxa de maturidade), houve diferença significativa entre os grupos para o peso corporal, comprimento de cabeça e altura do corpo. Os grupos genéticos foram afetados pela diminuição do fotoperíodo e da temperatura, reduzindo assim seu crescimento. De maneira geral os grupos genéticos diferenciaram entre si para os parâmetros A e K. O híbrido tambacu foi superior ao paqui em todas as variáveis avaliadas para o parâmetro A, e também foi superior aos puros, exceto em comprimento de cabeça e largura corporal.

Palavras-chave: Curva de crescimento. Cruzamento. Formato do corpo. Peixe.

## ABSTRACT

The development of fish farming with native species is of great interest to production and development of national aquaculture therefore this study aimed at evaluating the ponderal and morphometric growth of the products of the complete diallel cross-breeding between Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and Tambaqui (*Colossoma macropomum*) during the cultivation period from the end of spring to the beginning of winter. The experiment began 300 days after the reproduction, with 400 juveniles of Pacu, Tambaqui, Tambacu and Paqui resulted of this reproduction, with average weight of 66,18g ( $\pm$  13,49g); 54,59g ( $\pm$  11,01g); 91,30g ( $\pm$  13,44g); 73,98g ( $\pm$  10,76g) respectively. The juveniles were stocked and cultivated separately by genetic group during the experimental period in cages of 6 x 11 meters separated by polypropylene netting of 9 x 9 mm inside a land-based nursery pond of 66 m<sup>2</sup> (6 x 11 m). The fish were fed a commercial extruded feed with 35% crude protein accordingly to each genetic group's biomass and the phase of production. Samples of 20 fish from each genetic group were collected, weighed and submitted to morphometric evaluation of average length, head length, body height and body width every 28 days. The collected data were tabulated and submitted to non-linear regression analysis (Brody, Gompertz, Logistic and von Bertalanffy) and residue analysis, and the model that obtained the largest determination coefficient and that better adjusted to the Akaike method was verified. Later, the confidence intervals were estimated for the parameters of the chosen model. The Logistic function adjusted better to describe the growth in body weight and the morphometric measures for age on all the genetic groups. Therefore, the four studied genetic groups presented similar behavior of growth for body weight as well as for the morphometric measures. There were significant differences between the genetic groups regarding parameters A (asymptotic value) and B (integration constant) for body weight and for all the morphometric measures evaluated. For the parameter K (maturity rate), there were significant difference between groups for body weight, head length and body height. The genetic groups were affected by the shortening of the photoperiod and the decrease of temperature, thus decreasing their growth. In general, the genetic groups presented difference between one another for the A and K parameters. The hybrid Tambacu was superior to the Paqui in all the variables evaluated for the parameter A, and was also superior to the pure breed, except for head length and body width.

Keywords: Growth curve. Cross-breeding. Body form. Fish.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos a intensificação do cultivo de espécies de peixes nativos tropicais tem sido crescente no Brasil, principalmente de espécies como o pacu e o tambaqui, que apresentam um grande potencial para a produção. Ambas as espécies são consideradas promissoras por possuírem carne com excelente sabor, alto rendimento de filé (45%), baixa exigência quanto à qualidade de água, facilidade de adaptação ao cultivo, resistência a organismos patogênicos além de ser uma das espécies mais apreciadas na pesca esportiva (ABIMORAD; CARNEIRO, 2004; JOMORI et al., 2008; SIGNOR et al., 2010).

O pacu e o tambaqui possuem o mesmo número de cromossomos ( $2n = 54$ ), o que permite o pareamento e a formação de embriões normais entre o cruzamento dessas duas espécies. Os híbridos provenientes desse cruzamento são conhecidos como tambacu, fêmea de tambaqui e macho de pacu, e paqui, fêmea de pacu e macho de tambaqui (SARACURA; CASTAGNOLLI, 1990). Esses cruzamentos são muito realizados em pisciculturas nacionais, mas na literatura científica trabalhos avaliando os índices produtivos desses grupos genéticos são escassos.

Dentro dos índices produtivos o crescimento é o parâmetro mais importante a ser melhorado em um programa de seleção, segundo Huang e Liao (1990). Uma das formas de se avaliar o crescimento é por meio de modelos não lineares. Os estudos de modelos não lineares de crescimento resumem uma série de dados em um pequeno conjunto de parâmetros biologicamente interpretáveis. Para isso realizam ajustes de equações de predição que utilizam o peso em função da idade do animal (FREITAS, 2007).

O estudo de ajuste de modelos não lineares para o peso corporal e medidas morfométricas em função da idade em peixes é escasso. Sendo que o surgimento de cruzamentos de espécies de interesse zootécnico, como pacu e

tambaqui, gera híbridos os quais exigem esse tipo de avaliação em diferentes ambientes e sistemas de cultivo para futuras comparações (SANTOS et al., 2007). Estes estudos são importantes, pois podem fornecer dados na avaliação de desempenho produtivo e econômico da criação.

Entre os fatores que podem afetar o crescimento dos peixes, pode-se citar a temperatura e a duração de horas de luz. O efeito desses fatores sobre os vários parâmetros produtivos já foram evidenciados em uma série de trabalhos com peixes em sistemas de cultivos com esses fatores devidamente controlados (BEZERRA et al., 2008; IMSLAND et al., 2009; LOHNE et al., 2012, MENDONÇA et al., 2012; VINAGRE et al., 2009). Entretanto pouco se sabe sobre o efeito da variação natural do fotoperíodo e da temperatura sobre os parâmetros produtivos de peixes.

Sendo assim, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento ponderal e morfométrico dos produtos do cruzamento dialélico completo entre pacu e tambaqui durante o período de cultivo compreendido entre o final da primavera e o início do inverno na região Sudeste.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e período experimental**

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina – ES (EAFCOL), situada a 17 Km de Colatina, durante um período de 271 dias, nos meses de outubro a junho.

### **2.2 Material biológico, instalações e manejo**

Foi realizado o cruzamento dialélico completo entre o pacu e o tambaqui visando à obtenção de juvenis de quatro grupos genéticos. Este cruzamento foi obtido através da hormonização seguindo o protocolo descrito por Andrade e Yasui (2003).

Após trezentos dias a partir da reprodução o experimento teve início, com 400 juvenis de pacu, de tambaqui, de tambacu e de paqui provenientes desta reprodução, com peso médio de 66,18 g ( $\pm 13,49$  g); 54,59 g ( $\pm 11,01$  g); 91,30 g ( $\pm 13,44$  g); 73,98 g ( $\pm 10,76$  g) respectivamente. Os juvenis foram estocados e cultivados separadamente por em hapas de 6 x 11 metros confeccionada com tela de polipropileno de 9 x 9 mm, e alocadas dentro de um viveiro escavado com 400 m<sup>2</sup>. Os peixes foram alimentados de acordo com a biomassa de cada grupo genético e fase de criação (5% na primeira semana a 1%, na última semana) com uma ração comercial extrusada contendo 35% de proteína bruta.

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados, sendo a temperatura da água medida diariamente no início e no final do dia através de um “termômetro de mercúrio”; o oxigênio e o pH (potencial hidrogeniônico)

foram aferidos semanalmente, utilizando um “medidor de oxigênio dissolvido digital HI 98186” e um “peagâmetro portátil de ORP-HI 8424”.

O fotoperíodo foi avaliado de acordo com adaptação da Tabela Periódica de Iluminação Natural, Hy-Line Variety BROWN Guia de Manejo 2002-2004, (<http://www.hyline.com.br/website/production/downloads/guia.pdf>).

Vinte peixes foram amostrados a cada 28 dias, os quais foram avaliados, após um jejum de 24 horas. Os peixes foram anestesiados com 2-fenoxetanol (TSANTILAS et al., 2006; MELLO et al., 2012) e após insensibilizados com uso de uma faca inox de 20 cm de comprimento, a qual foi introduzida por um dos opérculos do peixe na posição de 30°, até atingir a medula realizando-se imediatamente a secção da mesma conforme proposto por Pedrazzani et al. (2009). Em seguida, os peixes foram pesados e submetidos à avaliação morfométrica.

O comprimento padrão foi medido através de um ictiômetro digital e as demais medidas foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros (mm).

### **2.3 Avaliação morfométrica**

As medidas morfométricas (cm) avaliadas estão ilustradas na Figura 1.

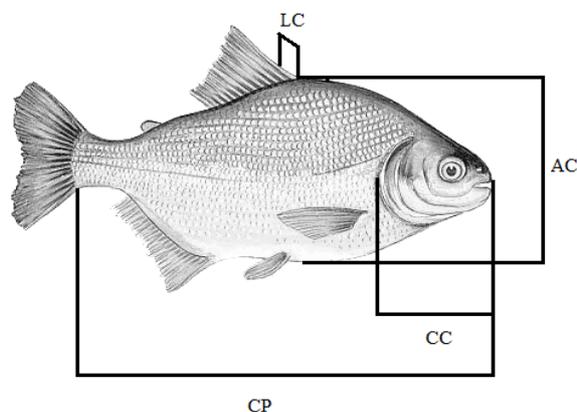


Figura 1 Medidas morfométricas realizadas em um exemplar de pacu (*Piaractus Mesopotamicus*). Comprimento Padrão (CP), Comprimento de Cabeça (CC), Altura Corporal (AC) e Largura Corporal (LC)

Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal); comprimento de cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo; altura do corpo (AC) medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal; largura do corpo (LC) tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal.

#### 2.4 Análise estatística

Para a realização das análises dos dados admitiu-se que os erros fossem normalmente distribuídos e independentes. Não foi testada a hipótese de correlação serial dos resíduos, porque cada peixe foi analisado uma única vez, pois foi abatido e dissecado para realização de outros estudos (GOMIEIRO et al., 2009).

Foram testados os modelos de regressão não linear de Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalanffy, que melhor descreve o crescimento de cada grupo genético para cada variável avaliada (Tabela 1).

Tabela 1 Funções não lineares utilizadas

Funções	Equações
Brody	$A (1 - B e^{-kt})$
Gompertz	$A \exp(-B e^{-kt})$
Logístico	$A (1 + B e^{-kt})^{-1}$
von Bertalanffy	$A (1 - B e^{-kt})^3$

Fonte: Adaptado por Santos et al. (2007)

Nestes modelos, “**A**” é valor assintótico ou valor máximo para a variável dependente, entretanto quando este valor não é atingido, ele é representado pelos últimos valores aferidos (FREITAS, 2007); “**B**” é constante de integração seus valores não possuem uma interpretação biológica, porém é importante para modelar a curva sigmoideal, desde o nascimento até a idade adulta, sendo seu sinal (positivo ou negativo) indicativo do sentido da curva (FREITAS, 2005; GOMIEIRO et al. 2009); “**e**” a base do logaritmo natural; “**K**” a taxa de crescimento relativo ao valor máximo ou taxa de maturidade, que é a relação entre a taxa de crescimento relativo da variável estudada e o valor desta quando o animal atinge a maturidade, assim quanto maior o valor de K, mais precoce é o animal (ELIAS, 1998; MAZZINI et al., 2003); **t** a variável independente, ou seja, a idade de cada animal.

Para a escolha do modelo que melhor descrevesse o crescimento das variáveis, durante o período experimental, foi utilizado o coeficiente de determinação e o critério de Akaike (AIC).

O ponto de inflexão, que é o ponto em que a taxa de crescimento absoluta instantânea passa de crescente para decrescente, é dado pela equação  $y_t/A = m/(1 - m)$ , que corresponde a  $y_t/A = 1/2$ , no modelo logístico.

Posteriormente, os parâmetros dos modelos escolhidos e os pontos de inflexão foram comparados pelos seus intervalos de confiança com probabilidade de 95%. Todas as análises foram feitas por meio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental o valor médio e o desvio padrão de oxigênio dissolvido foi de 4,33 ( $\pm 0,45$ ) mg/L e 6,89 ( $\pm 0,16$ ) de pH. Os valores de oxigênio dissolvido e pH estão dentro da faixa considerada adequada para o cultivo de peixes, que variam entre 4 e 6 mg/L e entre 6 a 8, respectivamente (OSTRENSKY; BOEGER 1998; SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

As temperaturas médias mensais durante o período experimental estão ilustradas no Gráfico 1. Houve uma diminuição da mesma no período correspondente às estações de outono e inverno (159 a 271 dias experimentais), quando variaram de 26 a 21 °C. Portanto, durante o outono e inverno a temperatura esteve abaixo da faixa considerada ótima para crescimento, que é entre 25 e 32 °C (Cyrino, 1987).

A duração média mensal do dia (horas de luz), no início do experimento foi de 12,4 h, e esta foi aumentando gradativamente até o 70º dia experimental (13,3 horas luz/dia). Desde então a duração de dias foi diminuindo até o final do experimento (10,43 horas/luz) (Gráfico 1).

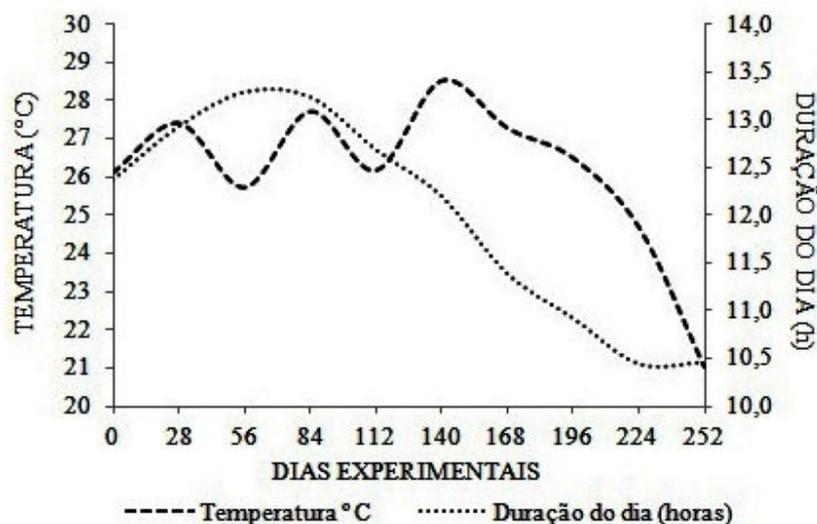


Gráfico 1 Temperatura média e duração média do dia em função dos dias experimentais, compreendendo o período entre o dia 13 de outubro ao dia 10 de julho

Em todos os grupos genéticos, o peso corporal e as medidas morfométricas em função da idade ajustaram adequadamente aos modelos testados, pois apresentaram alto coeficiente de determinação ( $R^2 > 80,00$ ) e valores mais baixos para o critério de Akaike (AIC) (Tabelas 2). Entre os modelos testados o Logístico foi o que apresentou menores valores para AIC e maiores para  $R^2$  em todas as variáveis e grupos genéticos estudados. Portanto, foi o modelo que melhor ajustou aos dados e assim o escolhido para comparação dos parâmetros de crescimento (GARCIA; SANTOS; MORAES, 2011; MARTINS; REGO; PINESE, 2009; VERGARA-PARENTE et al., 2010).

Nas variedades de tilápias Chitralada e Supreme os modelos de Gompertz e von Bertalanffy são os modelos que melhor descrevem o crescimento morfométrico em função do peso corporal (SANTOS et al., 2007). Em piracanjuba os modelos de Brody e von Bertalanffy foram os que melhores

descreveram o crescimento morfométrico em função do peso corporal (GOMIEIRO et al., 2009). Isso pode ser devido ao fato de as espécies avaliadas nesse estudo (peixes redondos) apresentarem formato corporal diferente da piracanjuba e tilápia.

De acordo com os resultados obtidos, os quatro grupos genéticos estudados apresentaram comportamento semelhante de crescimento tanto para peso corporal, como para as medidas morfométricas. O mesmo comportamento foi observado em tilápia (ALLAMAN, 2011; SANTOS et al., 2007), e piracanjuba (GOMIEIRO, 2009).

Tabela 2 Cálculo da informação de Akaike (AIC) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalanffy para as variáveis peso corporal, comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura corporal (AC) e largura corporal (LC) dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui

Grupos	Variáveis	Brody		Gompertz		Logístico		von Bertalanffy	
		AIC	$R^2$	AIC	$R^2$	AIC	$R^2$	AIC	$R^2$
Pacu	Peso	2.756	90,28	2.659	93,67	2.626	94,55	2.679	93,08
Paqui		2.816	84,39	2.753	88,22	2.739	88,91	2.761	87,77
Tambacu		2.879	88,51	2.766	93,06	2.735	93,95	2.781	92,56
Tambaqui		2.879	88,51	2.766	93,06	2.735	93,95	2.781	92,56
Pacu	CP	750	95,71	716	96,31	689	96,72	727	96,13
Paqui		832	93,63	806	94,31	785	94,84	815	94,1
Tambacu		749	96,67	734	96,89	730	96,94	738	96,83
Tambaqui		855	95,17	820	95,87	795	96,31	831	95,67
Pacu	CC	216	90,76	207	91,13	201	91,37	210	91,01
Paqui		272	92,54	261	92,91	252	93,16	264	92,8
Tambacu		290	93,66	282	93,86	281	93,9	284	93,81
Tambaqui		377	93,39	353	94,05	335	94,51	361	93,86

“Tabela 2, Conclusão”

Grupos	Variáveis	Brody		Gompertz		Logístico		von Bertalanffy	
		AIC	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>
Pacu	AC	513	94,18	482	94,93	455	95,5	492	94,7
Paqui		704	86,26	685	87,4	666	88,39	691	87,03
Tambacu		640	91,82	615	92,66	593	93,35	623	92,4
Tambaqui		633	93,11	591	94,27	554	95,15	605	93,91
Pacu	LC	150	90,77	117	92,01	89	92,95	128	91,63
Paqui		252	80,21	233	81,81	216	83,16	239	81,3
Tambacu		196	83,63	182	84,63	169	85,44	186	84,32
Tambaqui		300	82,35	282	83,73	269	84,70	288	83,32

As estimativas e os intervalos de confiança dos parâmetros do modelo Logístico para o pacu, paqui, tambacu e tambaqui estão apresentados nas Tabela 3 e 4. Houve diferenças significativas entre os grupos genéticos quanto a parâmetros A e B para o peso corporal e para todas as medidas morfométricas avaliadas. Já para o parâmetro K, houve diferença significativa entre os grupos para o peso corporal, comprimento de cabeça e altura do corpo.

Quando espécies diferentes são utilizadas e formas corporais diferentes estão envolvidas, os parâmetros dos modelos de crescimento podem ter diferenças mais acentuadas (SANTOS et al., 2007), o que foi confirmado neste trabalho, pela diferença nos parâmetros da curva entre o pacu e o tambaqui e seus híbridos.

Analisando as estimativas e os intervalos de confiança estudados (Tabela 4), verifica-se que os valores de B foram positivos para todas as variáveis estudadas.

O tambacu apresentou maior peso assintótico (A) (1244,62 g), seguido do tambaqui (11056,82 g), pacu (928,38 g) e por último o paqui (797,85 g). Com relação ao índice de maturidade (k) o tambacu (0,0271) apresentou menores valores que tambaqui (0,0343), e foi semelhante aos demais. Portanto, o tambaqui mostrou-se mais precoce que o tambacu, pois atingiu ponto de inflexão rapidamente. Esta relação inversa entre as estimativas do peso assintótico e taxa de maturidade é bastante conhecida na literatura, mostrando que animais que possuem grande peso adulto crescem a uma taxa relativamente menor que os animais de menor peso assintótico (CARRIJO; MOURA, 1999; FITZHUGH JÚNIOR, 1976; FREITAS, 2005).

Os grupos genéticos avaliados apresentaram peso assintótico abaixo do peso adulto durante o período avaliado, que ocorre por volta do terceiro ano de vida destas espécies. Isto pode ser explicado pelo fato dos peixes terem sido avaliados apenas até um ano e sete meses de vida (571 dias).

Tabela 3 Estimativa dos parâmetros A, B e K e seus respectivos intervalos de confiança (IC) a partir do modelo Logístico, para as variáveis peso corporal, comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura corporal (AC) e largura corporal (LC) dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui

Grupos Genéticos	Variáveis	Parâmetros					
		A	IC	B	IC	K	IC
Pacu	PESO	928,38 <sup>c</sup>	(896,62-960,15)	18,01 <sup>ab</sup>	(12,70-23,32)	0,0283 <sup>ab</sup>	(0,0251-0,0315)
Paqui		797,82 <sup>d</sup>	(772,85-822,79)	14,85 <sup>b</sup>	(9,86-19,84)	0,0335 <sup>ab</sup>	(0,0291-0,0379)
Tambacu		1243,62 <sup>a</sup>	(1211,32-1275,91)	15,00 <sup>b</sup>	(11,97-18,04)	0,0271 <sup>b</sup>	(0,0248-0,0294)
Tambaqui		1056,82 <sup>b</sup>	(1029,54-1056,82)	29,57 <sup>a</sup>	(19,87-39,27)	0,0343 <sup>a</sup>	(0,0308-0,0379)
Pacu	CP	27,96 <sup>c</sup>	(27,41-28,43)	1,53 <sup>bc</sup>	(1,45-1,60)	0,0165 <sup>a</sup>	(0,0154-0,0177)
Paqui		27,63 <sup>c</sup>	(27,13-28,13)	1,51 <sup>c</sup>	(1,44-1,59)	0,0159 <sup>a</sup>	(0,0148-0,0171)
Tambacu		31,50 <sup>a</sup>	(31,01-31,99)	1,55 <sup>b</sup>	(1,48-1,62)	0,0163 <sup>a</sup>	(0,0154-0,0173)
Tambaqui		30,47 <sup>b</sup>	(30,02-30,92)	1,87 <sup>a</sup>	(1,78-1,95)	0,0178 <sup>a</sup>	(0,0168-0,0188)
Pacu	CC	6,93 <sup>d</sup>	(6,81-7,06)	0,92 <sup>c</sup>	(0,85-0,99)	0,0193 <sup>b</sup>	(0,0170-0,0215)
Paqui		8,17 <sup>c</sup>	(8,02-8,32)	1,12 <sup>b</sup>	(1,05-1,19)	0,0166 <sup>b</sup>	(0,0150-0,0182)
Tambacu		8,68 <sup>b</sup>	(8,58-8,78)	1,16 <sup>b</sup>	(1,09-1,23)	0,0245 <sup>a</sup>	(0,0225-0,0264)
Tambaqui		9,69 <sup>a</sup>	(9,56-9,83)	1,44 <sup>a</sup>	(1,37-1,52)	0,0190 <sup>b</sup>	(0,0177-0,0203)
Pacu	AC	14,22 <sup>c</sup>	(13,90-14,54)	1,51 <sup>b</sup>	(1,41-1,61)	0,0164 <sup>ab</sup>	(0,0149-0,0180)
Paqui		14,36 <sup>c</sup>	(14,05-14,68)	1,34 <sup>b</sup>	(1,25-1,43)	0,0164 <sup>ab</sup>	(0,0148-0,0180)
Tambacu		16,41 <sup>a</sup>	(16,08-16,74)	1,38 <sup>b</sup>	(1,30-1,46)	0,0160 <sup>b</sup>	(0,0146-0,0173)
Tambaqui		15,35 <sup>b</sup>	(15,08-15,62)	1,86 <sup>a</sup>	(1,74-1,97)	0,0194 <sup>a</sup>	(0,0179-0,0208)

“Tabela 3, conclusão”

Grupos Genéticos	Variáveis	Parâmetros					
		A	IC	B	IC	K	IC
Pacu	LC	4,35 <sup>a</sup>	(4,22-4,49)	2,13 <sup>a</sup>	(1,92-2,33)	0,0179 <sup>a</sup>	(0,0159-0,0199)
Paqui		3,82 <sup>c</sup>	(3,70-3,94)	1,69 <sup>b</sup>	(1,51-1,87)	0,0186 <sup>a</sup>	(0,0160-0,0211)
Tambacu		4,07 <sup>bc</sup>	(3,94-4,19)	1,38 <sup>b</sup>	(1,24-1,52)	0,0175 <sup>a</sup>	(0,0150-0,0200)
Tambaqui		4,10 <sup>b</sup>	(3,99-4,21)	2,11 <sup>a</sup>	(1,89-2,33)	0,0210 <sup>a</sup>	(0,0186-0,0234)

Tabela 4. Tempo médio de cultivo em que cada grupo genético (Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui) atingiu o ponto de inflexão e seu respectivo intervalo de confiança (IC) para o peso corporal, comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura corporal (AC) e largura corporal (LC)

Grupos	Médias	IC	Médias	IC
	Tempo (dias experimentais)		Peso (g)	
Pacu	102,28 <sup>a</sup>	(99,86-104,71)	464,19 <sup>c</sup>	(448,31-480,08)
Paqui	80,57 <sup>c</sup>	(78,70-82,44)	398,91 <sup>d</sup>	(386,42-411,40)
Tambacu	99,95 <sup>ab</sup>	(98,03-101,86)	621,81 <sup>a</sup>	(605,66-637,96)
Tambaqui	98,64 <sup>b</sup>	(97,14-100,15)	528,41 <sup>b</sup>	(514,77-542,05)
Grupos	Médias	IC	Médias	IC
	Tempo (dias experimentais)		Comprimento Padrão (cm)	
Pacu	25,59 <sup>b</sup>	(23,54-27,64)	13,98 <sup>b</sup>	(13,74-14,22)
Paqui	26,03 <sup>b</sup>	(23,76-28,29)	13,82 <sup>b</sup>	(13,57-14,07)
Tambacu	26,92 <sup>b</sup>	(25,02-28,81)	15,75 <sup>a</sup>	(15,51-15,99)
Tambaqui	35,09 <sup>a</sup>	(33,44-36,74)	15,24 <sup>a</sup>	(15,01-15,46)
Grupos	Médias	IC	Médias	IC
	Tempo (dias experimentais)		Comprimento de Cabeça (cm)	
Pacu	-4,47 <sup>c</sup>	(-6,32- (-2,61))	3,47 <sup>d</sup>	(3,40-3,53)
Paqui	6,83 <sup>b</sup>	(4,58-9,07)	4,09 <sup>c</sup>	(4,01-4,16)
Tambacu	6,05 <sup>b</sup>	(5,08-7,01)	4,34 <sup>b</sup>	(4,29-4,39)
Tambaqui	19,36 <sup>a</sup>	(17,90-20,82)	4,85 <sup>a</sup>	(4,78-4,91)

“Tabela 4, conclusão”

Grupos	Médias	IC	Médias	IC
	Tempo (dias experimentais)		Altura Corporal (cm)	
Pacu	24,92 <sup>b</sup>	(22,16-27,69)	7,11 <sup>c</sup>	(6,95-7,27)
Paqui	18,05 <sup>c</sup>	(15,34-20,75)	7,18 <sup>c</sup>	(7,02-7,34)
Tambacu	20,03 <sup>bc</sup>	(17,51-22,56)	8,20 <sup>a</sup>	(8,04-8,37)
Tambaqui	31,91 <sup>a</sup>	(30,09-33,74)	7,67 <sup>b</sup>	(7,54-7,81)
Grupos	Médias	IC	Médias	IC
	Tempo (dias experimentais)		Largura Corporal (cm)	
Pacu	42,17 <sup>a</sup>	(38,80-45,54)	2,18 <sup>a</sup>	(2,11-2,24)
Paqui	28,23 <sup>c</sup>	(24,87-31,60)	1,91 <sup>c</sup>	(1,85-1,97)
Tambacu	18,44 <sup>d</sup>	(14,94-21,94)	2,03 <sup>bc</sup>	(1,97-2,10)
Tambaqui	35,52 <sup>b</sup>	(33,03-38,00)	2,05 <sup>b</sup>	(2,00-2,10)

Conforme pode ser observado no Gráfico 2(A), a diminuição da temperatura para 24,6 °C e 21 °C nos últimos setenta dias afetou o crescimento do peso corporal de todos os grupos genéticos. A estimativa do peso assintótico para todos os grupos genéticos poderiam ter sido superiores ao que foi encontrado se a temperatura permanecesse entre 26 °C a 29 °C.

Vários trabalhos realizados com pacu nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil evidenciaram uma relação entre crescimento e temperatura, com desaceleração no ritmo de crescimento, durante as estações de outono e inverno (ANGELINI; CANTELMO; PETRERE JÚNIOR, 1992; BERNARDINO; FERRARI, 1989; BORGHETTI; CANZI, 1993; CHABALIN; FERRAZ DE LIMA, 1988; FERRARI; LUCAS; GASPAR, 1990; FERRAZ DE LIMA et al., 1988). O papel da temperatura na regulação da alimentação e crescimento é conhecido em peixes, sabe-se que a maioria deles se alimenta melhor e as taxas de crescimento tendem a ser mais altas, na primavera e verão (DOBSON; HOLMES, 1984; PAUL et al., 1995; SOUZA, 2003).

Observou-se também um efeito do fotoperíodo no crescimento dos grupos genéticos avaliados, pois estes apresentaram ponto de inflexão logo após o dia máximo de duração de dias (70 dias experimentais) (Gráfico 2 (B)). Esse efeito foi mais evidenciado no paqui (81 dias) que atingiu o ponto de inflexão em menor idade que os demais grupos avaliados (99 a 102 dias).

Veras (2011), trabalhando com tilápias do Nilo também relatou a influência do fotoperíodo sobre o ganho de comprimento e ganho de peso dos animais, sendo o período de 18 luz superior para ganho de comprimento e os períodos de 18 luz e 24 luz melhores para ganho de peso. De acordo com a discussão do autor o crescimento dos peixes que foram submetidos a longos períodos de luz pode ser devido ao desenvolvimento da massa muscular devido à maior atividade locomotora destes animais (BOEUF; BAIL, 1999), ou devido à liberação do hormônio do crescimento sob períodos de luz contínuos, que

apresenta efeito positivo sobre o apetite, aumentando com os maiores períodos de luz (JOHNSSON; BJÖRNSSON, 1994; MCCORMICK et al., 1995), dentre outros. Isso vem reforçar a importância das horas de luz no crescimento e desenvolvimento dos animais.

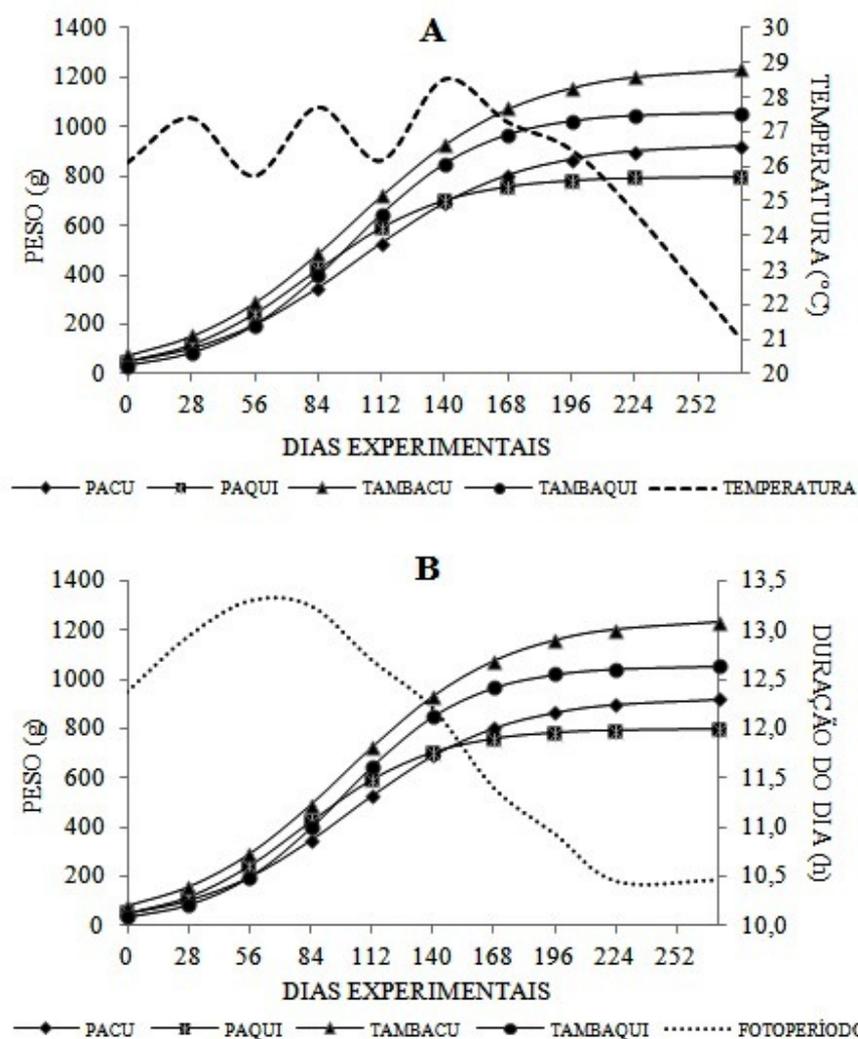


Gráfico 2 Temperatura média mensal e peso estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo (A). Duração média do dia e peso estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo (B)

Observou-se para as medidas morfométricas comprimento padrão e altura corporal, que o tambacu apresentou maiores valores de A (31,50 e 16,41 cm, respectivamente), seguido do tambaqui (30,47 e 15,35 cm, respectivamente) e por último pacu e paqui que não diferiram entre si. Em relação ao comprimento de cabeça, o tambaqui apresentou maiores valores A (9,69 cm), e o pacu (6,93 cm) o menor, e os híbridos com valores intermediários, sendo que o tambacu (8,68 cm) obteve maior valor que o paqui (8,17 cm). Já para a largura corporal, o pacu (4,35 cm) foi o grupo genético que apresentou maior valor assintótico, e o paqui (3,82 cm) o menor, sendo que, este último não diferiu do tambacu (4,07 cm).

Costa (2011), relatou em pacu e tambaqui, que as medidas morfométricas (CP, CC, AC e LC) estão positivamente correlacionadas com os pesos corporais (pesos de carcaça, cabeça, filé, costela e resíduo). Dessa forma quanto maiores os valores das medidas morfométricas maiores serão os pesos dessas partes corporais. O mesmo autor relatou que as medidas podem ser utilizadas com grande precisão para estimar os pesos corporais de pacu e tambaqui.

Através da análise em trilha Costa (2011) verificou que o comprimento padrão e a largura corporal foram as medidas mais indicadas para como critério de seleção indireta dos rendimentos de cabeça e de filé no pacu, respectivamente. Já no tambaqui a largura corporal e a razão entre CC/CP são as mais indicadas para rendimento de cabeça e de filé respectivamente.

Reis Neto et al. (2012), trabalhando com peixes redondos (pacu e tambaqui), demonstrou a eficácia do uso da morfometria bem como de suas razões para determinação do peso e do rendimento corporal, sendo o CC e a AC importantes medidas para a determinação do peso, a relação CC/AC a variável mais diretamente associada ao rendimento de carcaça e a razão LC/CC a mais apropriada para mensurar o filé, filé com costela e rendimento de costela.

Com relação às estimativas do parâmetro K das medidas morfométricas, observou-se que o tambacu (0,0245) apresentou maiores valores deste para o comprimento de cabeça, que os demais grupos que não diferiram entre si. Já para a altura do corpo, observou-se que o tambaqui (0,0194) apresentou maiores valores de K e o tambacu (0,0160) os menores. Portanto, o tambaqui revelou-se como o mais precoce para a altura do corpo e mais tardio para comprimento de cabeça juntamente com o pacu e o paqui.

A queda da duração do dia e da temperatura nos últimos setenta dias experimentais também afetou o crescimento de todas as medidas morfométricas avaliadas (Gráficos 3, 4, 5 e 6). Assim, o tamanho destas poderiam ser maiores caso a temperatura e as horas de luz não tivesse diminuído.

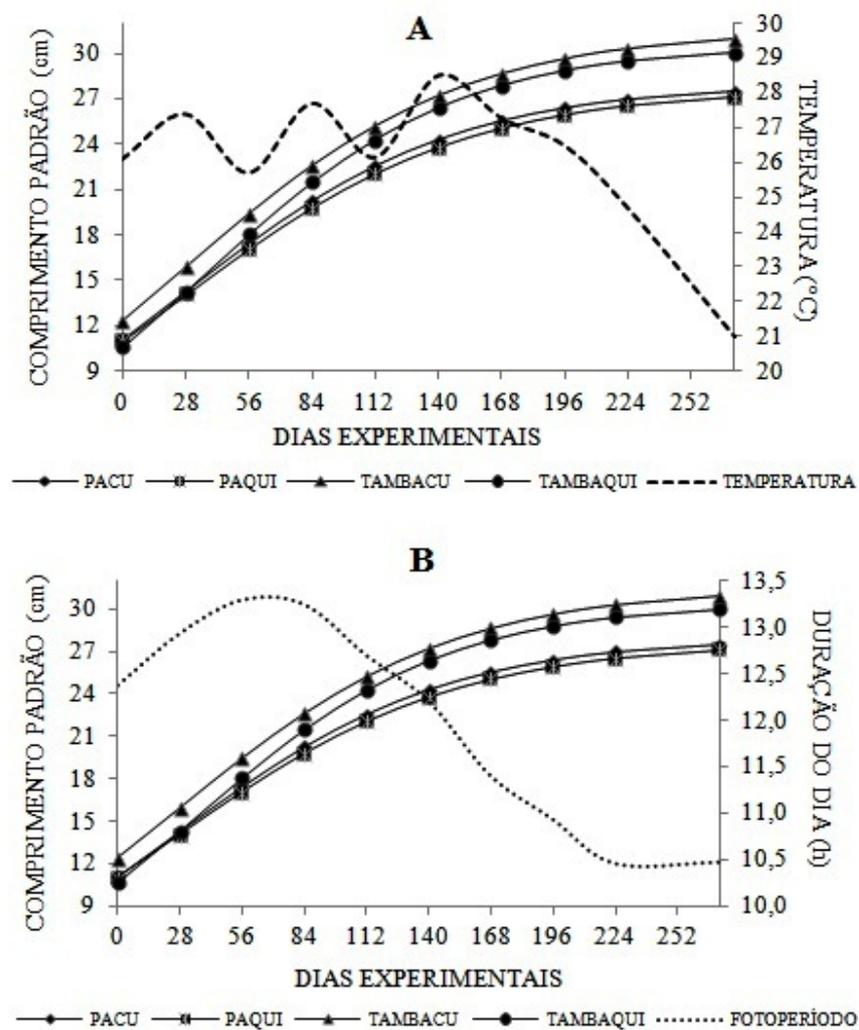


Gráfico 3 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e comprimento padrão estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo

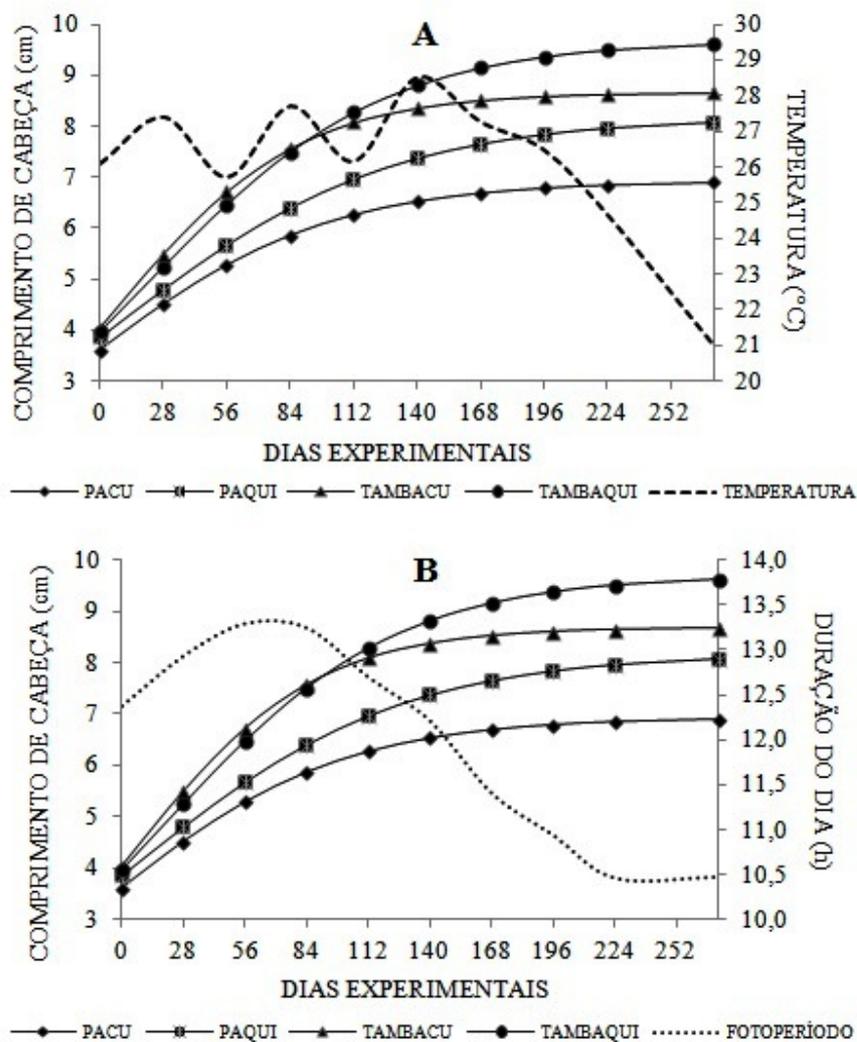


Gráfico 4 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e comprimento de cabeça estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo

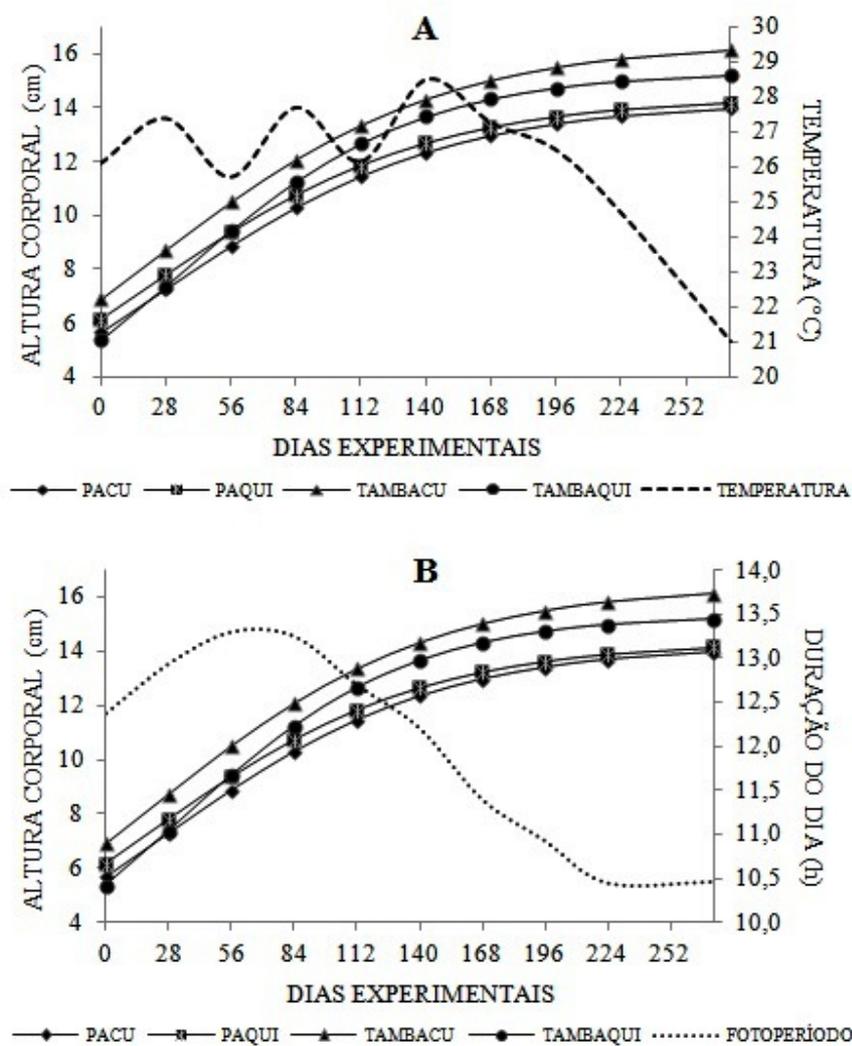


Gráfico 5 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e altura corporal estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo

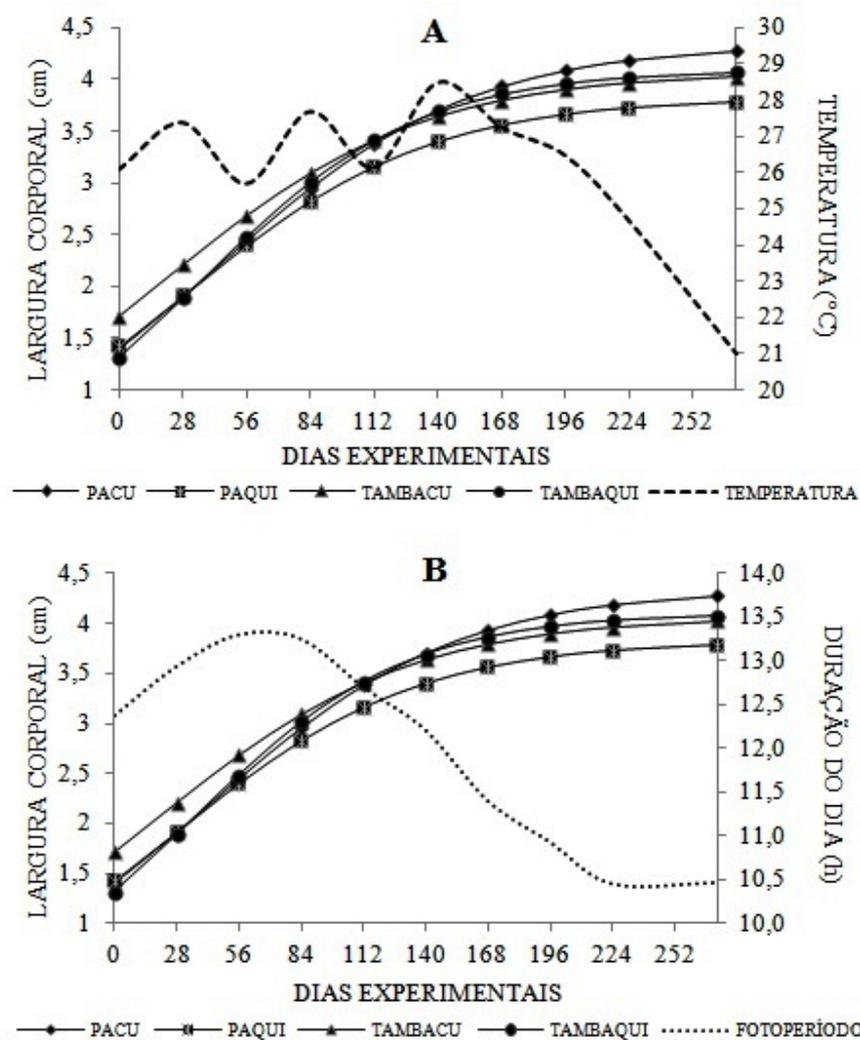


Gráfico 6 Temperatura média mensal (A), duração média mensal do dia (B) e largura corporal estimado pelo modelo Logístico para cada grupo genético durante o período de cultivo

Observou-se que as medidas morfométricas avaliadas apresentaram menores valores de K que o peso corporal (Tabela 3), portanto as medidas morfométricas atingiram o ponto de inflexão mais precocemente que o peso corporal. Esse incremento em peso, pode estar ocorrendo com o aumento de uma ou mais medidas que não foram mensuradas neste trabalho.

Ao avaliar a idade em que os grupos atingiram o ponto de inflexão, observou-se que de forma geral o paqui atingiu este ponto em idade inferior aos demais grupos para o peso corporal e para todas as medidas morfométricas avaliadas. O tambaqui atingiu este ponto de inflexão com maior idade para o peso corporal e para as medidas morfométricas CP, CC e AC e o pacu o para a LC. O tambacu atingiu o ponto de inflexão com maior peso corporal e AC do que os demais grupos (Tabela 4).

Como era esperado, devido às características corpóreas da espécie, o pacu apresentou maior LC ao alcançar o ponto de inflexão e pode-se observar também que o pacu, atingiu o ponto de inflexão para o comprimento de cabeça antes do período experimental, pois o tempo em dias está negativo (Tabela 4).

A determinação do ponto de inflexão é importante na produção animal, pois por meio dele, pode-se definir programas alimentares bem como melhor idade de abate (LOPES et al., 2011; PORTER et al., 2010; SOUSA et al., 2011; SOUZA et al., 2011).

#### 4 CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos do trabalho e com os resultados obtidos pode-se concluir que houve diferença no crescimento ponderal e morfométricos entre os grupos genéticos estudados e que a diminuição da temperatura e do fotoperíodo afetaram o crescimento.

O paqui atingiu o ponto de inflexão em idade inferior aos demais grupos, porém com peso corporal inferior. O tambacu apresentou maior peso corporal ao atingir o ponto de inflexão.

Devido aos resultados e de acordo com o interesse da indústria de processamento no momento, o grupo genético que se destaca é o tambacu.

## REFERÊNCIAS

- ALLAMAN, I. B. **Desempenho ponderal morfométrico, alométrico e da deposição de componentes químicos corporais em linhagens de tilápia *Oreochromis sp.*** 2011. 133 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ANDRADE, D. R.; YASUI, G. S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 166-172, mar./abr. 2003.
- ANGELINI, R.; CANTELMO, O. A.; PETRERE JÚNIOR, M. Determinação da taxa de consumo de ração pelo pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, com diferentes tamanhos e sob distintas temperaturas. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 5, p. 11-22, 1992.
- BERNARDINO, G.; FERRARI, V. A. Efeitos do uso da ração comercial no desempenho do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 em cativeiro. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 2, p. 19-33, 1989.
- BEZERRA, K. S. et al. Crescimento e sobrevivência da tilápia chitralada submetida a diferentes fotoperíodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 6, p. 737-743, jun. 2008.
- BOEUF, G.; BAIL, P. Y. L. Does light have an influence on fish growth? **Aquaculture**, Amsterdam, v. 177, n. 1/4, p. 129-152, July 1999.
- BORGHETTI, J. R.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 114, p. 93-101, 1993.
- CARRIJO, S. M.; MOURA, D. F. A. Description and comparison of growth parameters in Chianina and Nelore cattle breeds. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 2, p. 187-196, Mar./Apr. 1999.
- CHABALIN, E.; FERRAZ DE LIMA, J. A. Análise econômica de um cultivo intensivo de pacu (*Colossoma mitrei*) no Centro-Oeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 1, p. 1-68, 1988.

COSTA, A. C. **Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

CYRINO, J. E. P. **Curso de atualização em piscicultura**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1987. (Apostila).

ELIAS, A. M. **Análise de curvas de crescimento de vacas da raça Nelore, Guzerá e Gir**. 1998. 128 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1998.

FERRARI, V. A.; LUCAS, A. F. B.; GASPAR, L. A. Monocultura de pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, em condições de viveiro-estufa. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 3, p. 33-42, 1990.

FERRAZ DE LIMA, J. A. et al. Comportamento do pacu, *Colossoma mitrei*, em cultivo experimental, no Centro-Oeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 1, p. 15-28, 1988.

FITZHUGH JÚNIOR, H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Jornal of Animal Science**, Champaign, v. 42, n. 4, p. 1036-1051, 1976.

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

FREITAS, A. R. **Estimativas de curvas de crescimento na produção animal**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2007. 29 p. (Documento, 68).

GARCIA, F.; SANTOS, V. B.; MORAES, F. R. Eficiência da suplementação alimentar em tilápias do nilo usando modelo exponencial de crescimento. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 1239-1246, 2011.

GOMIERO, J. S. G. et al. Curvas de crescimento morfométrico de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 882-889, maio/jun. 2009.

HUANG, C. M.; LIAO, I. C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 85, n. 1/4, p. 199-205, 1990.

IMSLAND, A. K. et al. Persistent growth effects of temperature and photoperiod in Atlantic cod *Gadus morhua*. **Journal of Fish Biology**, London, v. 71, p. 1371-1382, 2007.

JOHNSON, J. I.; BJÖRNSSON, B. T. Growth hormone increases growth rate, appetite and dominance in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Animal Behaviour**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 177-186, July 1994.

LOHNE, P. et al. Interactive effect of photoperiod and temperature on the growth rates, muscle growth and feed intake in juvenile Atlantic halibut. **Aquaculture Research**, Oxford, n. 43, p. 187-197, 2012.

LOPES, F. B. et al. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos nelore da região Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 3, p. 607-617 jul./set. 2011.

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

MAZZINI, A. R. et al. Análise da curva de crescimento de machos hereford. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1105-1112, set./out. 2003.

MCCORMICK, S. D. et al. Increased day length stimulates plasma growth hormone and gill Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase in Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Comparative Physiology B**, New York, v. 165, n. 4, p. 245-254, Mar. 1995.

MELLO, R. A. et al. Avaliação de 2-Fenoxietanol e mentol como agentes anestésicos em tilápias. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v.1, n. 38, p. 53-59, 2012.

MENDONÇA, P. P. et al. Morphometrical development of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) under different photoperiods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 6, p. 1337-1341, 2012.

PORTER, T. et al. Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 371-378, 2010.

REIS NETO, R. V. et al. Interrelationships between morphometric variables and rounded fish body yields evaluated by path analysis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 7, p. 1576-1582, 2012.

SANTOS, V. B. et al. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de Linhagens de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, set./out. 2007.

SARACURA, V. F.; CASTAGNOLLI, N. Comparação do desempenho entre alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e híbridos de Pacu e Tambaqui (*Colosoma macropomum*). **Ciência Zootécnica**, Jaboticabal, v. 5, n. 3, p. 17-19, mar. 1990.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70 p.

SOUSA, J. E. R. et al. Aspectos genéticos da curva de crescimento de caprinos Anglo-Nubiano. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 2, p. 340-349 abr./jun. 2011.

SOUZA, L. A. et al. Curvas de crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 8, p. 1700-1705, 2011.

TSANTILAS, H. et al. Efficacy of 2-phenoxyethanol as an anaesthetic for two size classes of white sea bream, *Diplodus sargus* L., and sharp snout sea bream, *Diplodus puntazzo* C. **Aquaculture**, Amsterdam, n. 253, p. 64-70, 2006.

VERAS, G. C. **Fotoperíodos no comportamento locomotor e desenvolvimento de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2011. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

VERGARA-PARENTE, J. E. et al. Growth curve of free-ranging *Trichechus inunguis*. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 3, July/Sept. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1676-06032010000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1676-06032010000300009&script=sci_arttext)>. Acesso em: 22 jan. 2012.

VINAGRE, C. et al. Latitudinal gradients in growth and spawning of sea bass, *Dicentrarchus labrax*, and their relationship with temperature and photoperiod. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, n. 81, p. 375-380, 2009.

**VERSÃO PRELIMINAR**