

**CRUZAMENTO DIALÉLICO**  
**INTERESPECÍFICO ENTRE PACU *Piaractus***  
***mesopotamicus* E TAMBAQUI *Colossoma***  
***macropomum***

**MOACYR ANTONIO SERAFINI**

**2010**

**MOACYR ANTONIO SERAFINI**

**CRUZAMENTO DIALÉLICO INTERESPECÍFICO ENTRE PACU**

*Piaractus mesopotamicus* E TAMBAQUI *Colossoma macropomum*

Tese 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 “Doutor”.

Orientador  
Prof Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Serafini, Moacyr Antonio.

Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum* / Moacyr Antonio Serafini. – Lavras : UFLA, 2010.

68 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Bibliografia.

1. Peixes de água doce. 2. Heterose. 3. Rendimento corporal. 4. Curva de crescimento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.31

**MOACYR ANTONIO SERAFINI**

**CRUZAMENTO DIALÉLICO INTERESPECÍFICO ENTRE PACU  
*Piaractus mesopotamicus* E TAMBAQUI *Colossoma macropomum***

Tese 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 “Doutor”.

APROVADA em 26 de março de 2010

Profª Drª. Ana Tereza de Mendonça Viveiros	UFLA
Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima	UFLA
Profª Drª. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta	UFLA
Prof. Dr. Eduardo Arruda de Teixeira Lanna	UFV

Prof Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

**DEDICO**

**A minha família Vera e Gabriel, pelo carinho.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo e todos...

A meus familiares, por todo o apoio que recebo.

Aos meus pais Evaneth e Moacyr e demais familiares, pelo apoio e educação.

Ao Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, por todo apoio, orientação e amizade.

À amiga Aline de Assis Lago, por todo apoio e amizade.

Aos amigos Rafael Vilhena Reis Neto, Ivan Bezerra Allaman, Adriano Carvalho de Oliveira, pelo apoio.

Aos professores da Pós-Graduação em Zootecnia, por toda ajuda, ensinamento e amizade.

À Universidade Federal de Lavras, pelo suporte para realização deste trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao IFES – Campus Itapina - ES e seus Funcionários, pela ajuda, apoio em todos os momentos.

Ao IFES – Campus Santa Teresa - ES e seus Funcionários, pela ajuda, apoio em todos os momentos.

À CAPES pela bolsa que viabilizou este estudo.

À NUTRIAVE, pelo fornecimento da ração, usada no experimento.

Aos funcionários e amigos da UFLA pelas sugestões e grandiosa ajuda durante todas as etapas deste trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEORICO.....	03
2.1 Caracterização das espécies.....	03
2.2 Hibridação.....	05
2.3 Heterose.....	08
2.4 Biologia do crescimento.....	10
2.5 Processamento e rendimentos corporais.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Localização e período experimental.....	18
3.2 Material biológico, instalações e manejo.....	18
3.3 Avaliação morfométrica.....	21
3.4 Divisão das partes corporais.....	22
3.5 Avaliação dos pesos e rendimentos corporais.....	23
3.6 Heterose.....	25
3.7 Análise estatística dos dados.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Condições experimentais.....	28
4.2 Peso e rendimentos no processamento.....	28
4.3 Medidas e relações morfométricas.....	32
4.4 Correlações das medidas e razões morfométrica com os rendimentos do processamento.....	35
4.5 Crescimento ponderal.....	37

4.6 Crescimento morfométrico.....	46
4.7 Crescimento alométrico.....	53
5 CONCLUSÕES.....	58
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

## LISTA DE TABELAS

### Páginas

TABELA 1	Forma geral das funções não lineares mais utilizadas para descrever o crescimento .....	12
TABELA 2	Valores médio de temperatura mínima e máxima, oxigênio dissolvido (O <sub>2</sub> Dmg/L) e pH da água durante o período experimental de cultivo .....	28
TABELA 3	Heterose, médias ajustadas para peso ao abate (PESO) e para as porcentagens de vísceras (%VISC), carcaça (%CAR), cabeça (%CAB), filé (%FILÉ), costela (%COST), pele (%PELE) e resíduos (%RESID), de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	31
TABELA 4	Heterose e médias, ajustadas para covariável peso de abate, das medidas e razões morfométricas de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento .....	34
TABELA 5	Coefficientes de correlação de Pearson das medidas e razões morfométrica com os rendimentos de vísceras (%VIS), carcaça eviscerada (%CAR), cabeça (%CAB), filé (%FILÉ), costela (%COST), pele (%PELE) e resíduos (%RES) .....	36
TABELA 6	Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para peso corporal em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui .....	39
TABELA 7	Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para vísceras (VIS) e cabeça (CAB) em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui .....	41

TABELA 8	Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para tronco (TRO) e cauda (CAU) em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui .....	44
TABELA 9	Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para comprimento padrão (CP) e comprimento de cabeça (CC) em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui .....	48
TABELA 10	Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para Altura (AC) e largura (LC) comprimento de cabeça em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui .....	49
TABELA 11	Coefficientes de alometria dos pesos de vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduos em função do peso do peixe, de acordo com os grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui .....	54

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
FIGURA 1 Esquema de acasalamento dialélico entre as espécies Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i> ; Tambaqui <i>Colossoma macropomus</i> .....	19
FIGURAS 2 Viveiros de cultivo .....	20
FIGURA 3 Exemplar de Pacu submetido a avaliação morfométricas.....	21
FIGURA 4 Cortes das partes corporais de um exemplar de Pacu.....	23
FIGURAS 5 Sequência de abate e produtos do abate.....	24
FIGURA 6 Peso (g) em função do dia de cultivo, modelo logístico de crescimento, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.....	38
FIGURA 7 Visceras (A) e cabeça (B) em função do dia de cultivo, modelo logístico de crescimento, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.....	42
FIGURA 8 Tronco (C) e cauda (D) em função do dia de cultivo, modelo logístico de crescimento, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.....	45
FIGURA 9 Comprimento padrão (A) e comprimento da cabeça (B) em função do dia de cultivo, modelo logístico de crescimento, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.....	50
FIGURA 10 Altura (C) e largura (D) em função do dia de cultivo, modelo logístico de crescimento, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.....	51

## RESUMO

SERAFINI, Moacyr Antonio. **Cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu *Piaractus mesopotamicus* e Tambaqui *Collossoma macropomum***. 2010. 68 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Objetivou-se com este estudo, avaliar os crescimentos ponderal, morfométrico e alométrico de quatro grupos genéticos: Pacu (PC), Tambaqui (TQ), Tambacu (fêmea do Tambaqui x macho do Pacu = TC) e Paqui (fêmea do Pacu x macho do Tambaqui = PQ). Tais grupos foram gerados a partir do cruzamento dialélico completo entre Pacu e Tambaqui, produzidos através de indução hormonal. Os ovos foram incubados separadamente e, após cinco dias da eclosão, as pós-larvas foram transferidas para viveiros de terra. No início do experimento foram selecionados 400 juvenis de cada grupo genético, estocados em um viveiro preparado dividido em quatro partes e separados por tela de polipropileno permanecendo nestas áreas por 196 dias. Durante este período, os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada de níveis de garantia e manejo específicos de acordo com fabricante. A cada 28 dias, foram feitas amostragens, onde 20 peixes de cada grupo genético foram coletados e submetidos a avaliações. Houve heterose positiva para Peso corporal, %VIS, %PELE e negativa para %CAR e %FILÉ. Os puros e os híbridos não diferiram em rendimentos %CAB, %COST e %RES. Os híbridos diferiram em %VIS, %CAR, %FILÉ e %PELE, indicando que há influência da espécie utilizada, como fêmea ou como macho, no acasalamento que o originou. Neste experimento destacou-se o híbrido TC obtendo peso 28,7 % maior do que a média dos puros (heterose específica) e 16% maior do que a média do TQ. A heterose foi significativa para as medidas CC, AC e LC, e para as razões CC/CP, AC/CP, CC/LC, LC/CP e LC/AC. Os híbridos não diferiram quanto às medidas e razões morfométricas, indicando não haver influência do sexo. A função não-linear aplicada para pesos corporais e medidas morfométricas/ idade foi à logística. Os peixes do grupo TC foram mais pesados ao final do cultivo e menos precoces. Os híbridos, em geral, apresentaram entre si valores diferentes para os parâmetros A e K nos componentes avaliados, indicando que os crescimentos em peso de vísceras, cabeça, tronco e cauda dependem das espécies utilizadas como fêmea ou macho no acasalamento. O grupo TQ foi mais precoce para todas as medidas morfométricas, exceto para o comprimento de cabeça. O TC apresentou crescimento mais precoce em comprimento de cabeça e mais tardio em largura do corpo sendo dimensionalmente superior ao PQ em todas as medidas morfométricas avaliadas. Os coeficientes alométricos

variaram em função do grupo genético em todos os componentes avaliados. Para peso de cabeça, observou-se diferença nos valores dos coeficientes alométricos entre os híbridos, indicando que o crescimento de cada componente corporal depende do cruzamento que o originou. O híbrido TC apresentou crescimento heterogônico e o PQ isogônico para peso de filé.

Palavras-chave: Crescimento, heterose, morfometria, alometria, rendimentos do processamento.

---

Comitê Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA (Orientador);  
Priscila Vieira e Rosa – UFLA; Ana Tereza de Mendonça Viveiros -  
UFLA

## ABSTRACT

SERAFINI, Moacyr Antonio. **Interspecies diallelic cross between Pacu *Piaractus mesopotamicus* and Tambaqui *Colossoma macropomum***. 2010. 68 p. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

This study aimed at evaluating the ponderal, morphometric and allometric growth of Tambaqui, Pacu, hybrid Tambacu (*P. mesopotamicus* male x *C. macropomum* female); and hybrid Paqui (*P. mesopotamicus* female x *C. macropomum* male). These groups were produced by hormonal induction from the complete diallelic cross between Pacu and Tambaqui. The eggs were incubated separately and, after five days from hatching, the post-larvae were transferred to earthen ponds. At the beginning of the experiment, 400 juveniles from each breed group were selected and stocked in a nursery divided in four parts, separated by a polypropylene mesh, and remained in these areas for 196 days. During this period, the fish were fed with a commercial extruded diet according to the commercial feed manufacturer's specifications for each growth phase. Every 28 days, 20 fish from each genetic group were sampled, collected and submitted to evaluations. There was a positive heterosis for body weight, %VIS and %PELE and negative for %CAR and %FILÉ. Both purebred and hybrid did not differ in yields %CAB, %COST and %RES. The hybrids differed in %VIS, %CAR, %FILÉ and %PELE, indicating that the species used as female or as male for breeding may influence this result. In this experiment, the hybrid TC had an outstanding performance, weighting 28.7 % more than the purebreds (specific heterosis) and 16% more than the means verified for TQ. Heterosis was significant for the measures CC, AC and LC and for the ratios CC/CP, AC/CP, CC/LC, LC/CP and LC/AC. The hybrids did not differ regarding morphometric measurements and ratios, indicating no influence of sex of the species on these characteristics. The function applied that best fitted the data for body weight, morphometric and age measures was the logistic. The fish belonging to the TC group weighted more at the end of the cultivation period and they were less precocious. In general, the hybrids presented among them different values for parameters A and K in all body components evaluated, showing that the increase in visceral weight, head, trunk, and tail in hybrids depend on which species were used as a female and male for breeding. The group TQ was the most precocious for all morphometric measures, except CC, for which it was the latest. The hybrids were later than the purebred, and TC presented a more precocious

growth in CC and a late growth in LC, being dimensionally superior to PQ, for all morphometric measures evaluated. The allometric coefficient varied depending on the genetic group and for all the components evaluated. With the exception of the head weight, different allometric coefficient values were found among hybrids, indicating that the growth proportion of each component hybrids depends on the cross that originated it. Hence, the hybrid TC presented heterogeneous growth and the isogonics PQ for fillet weight.

Key words: Growth, heterosis, morphometry, allometry, processing yields.

---

Guidance Committee: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA (Adviser);  
Priscila Vieira e Rosa – UFLA; Ana Tereza de Mendonça Viveiros -  
UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos na aquicultura continental viabilizaram a produção de peixes nativos do Brasil, em particular a produção de peixes redondos, proporcionando um aumento no consumo de pescado. A aquicultura continental foi responsável pela produção de 114 mil toneladas de peixes exóticos e 58 mil toneladas de peixes nativos, 64% e 33% da produção nacional, respectivamente (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 2008). Os peixes redondos (espécies e híbridos do gêneros *Colossoma* e *Piaractus*) responderam por 82% da quantidade de peixes nativos cultivados.

Alguns fatores devem ser considerados na escolha da espécie para o cultivo, tais como: adaptabilidade e tolerância a diferentes ambientes; resistência a doenças; facilidade de reprodução em cativeiro, desempenho, performance de crescimento e qualidade e aproveitamento da carcaça. Os peixes redondos (Pacu e Tambaqui) atendem a essas exigências desde que cultivados em ambientes favoráveis, ocupando lugar de destaque na produção nacional.

Há relatos de que o Pacu originário das bacias do Rio Paraguai e do Prata apresenta boa tolerância ao clima temperado e águas frias como no Sudeste e Sul do país, mas tem um desempenho inferior que o Tambaqui. E que o Tambaqui em sistema semi-intensivo apresenta ótimos resultados com relação à taxa de crescimento e sobrevivência. Entretanto, esta espécie é de origem da bacia Amazônica, adaptada a altas temperaturas durante todo ano, existindo assim uma dificuldade do seu cultivo na região sudeste devido aos períodos de frio, quando a temperatura da água facilmente fica abaixo de 17°C, o que resulta em baixo crescimento e alta taxa de mortalidade.

Buscando aumentar o potencial destas espécies alguns produtores vêm explorando os cruzamentos interespecíficos produzindo híbridos, porém sem informações científicas e qualificação profissional. Apesar da constatação de que a produção de híbridos atualmente já se tornou uma prática comum nas pisciculturas, há poucos estudos sobre as vantagens da produção de híbridos em relação aos parentais.

Neste aspecto, estudos sobre crescimento, morfometria e alometria são de suma importância para compreender as mudanças no tamanho e forma dos peixes, que é fundamental em todos os aspectos da produção. A forma externa do corpo do peixe (morfometria) tem grande importância na escolha do processamento utilizado pela indústria, influenciando nas operações manuais e mecanizada e na logística da empresa e nos rendimentos dos produtos finais. Entretanto, faltam estudos que avaliem os efeitos do cruzamento entre estas espécies e da heterose sobre o crescimento ponderal, morfométrico e alométrico.

Neste contexto, o presente estudo foi conduzido com o objetivo geral de avaliar os crescimentos ponderal, morfométrico e alométrico de Pacu, Tambaqui, Tambacu (fêmea do Tambaqui x macho do Pacu) e Paqui (fêmea do Pacu x macho do Tambaqui), tendo os seguintes objetivos específicos:

- Estabelecer curvas de crescimento morfométrico e alométrico para os grupos genéticos estudados;
- Identificar e selecionar as medidas morfométricas necessárias e suficientes para avaliação de qualidade da carcaça dos grupos genéticos estudados;
- Estimar os efeitos da heterose sobre as medidas morfométricas e dos rendimentos no processamento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização das espécies

O Pacu *Piaractus mesopotamicus* e o Tambaqui *Colossoma macropomu*, são espécies de peixes pertencentes à Ordem *Characiformes*, Família *Characidae* e Subfamília *Myleinae* .

São peixes reofilicos, ou seja, percorrem longas distâncias durante o período reprodutivo e realizam a desova total na época da piracema. Apresentam crescimento rápido, podendo atingir entre 1 e 1,5kg de peso no primeiro ano de cultivo, de hábito alimentar onívoro frutífero, em seu habitat natural comem frutas, sementes, moluscos, plantas, pequenos peixes, caranguejos, entre outros alimentos. A rusticidade sob condições de cultivo, a facilidade de captura (despesca com redes), a esportividade e a carne de boa qualidade contribuíram para uma rápida popularização do cultivo desses peixes (Souza, 1998).

#### 2.1.1 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O Pacu, originário das bacias do Rio Paraguai (Pantanal Mato-grossense) e do Prata (que drena o Rio Grande, o Rio Paraná e o Rio Tietê), apresenta boa tolerância ao clima do Sudeste e Sul do país, mas possui desempenho inferior ao Tambaqui, podendo atingir cerca de 20 Kg em seu habitat natural (Lima et al., 1988; Souza, 1998). Recebe nomes diferentes de região para região, como caranha, Pacu-caranha ou Pacu-guaçu.

A relativa facilidade de produção de alevinos e a esportividade do Pacu foram fundamentais para que este peixe conquistasse posição de destaque entre as espécies nativas mais cultivadas no país, e se tornasse um dos peixes mais

apreciados nos pesque-pague espalhados nas regiões Sudeste e Centro-oeste do país. A disponibilidade do Pacu oriundo de pisciculturas vem aumentando, permitindo popularizar o consumo deste peixe em outras regiões.

O período de reprodução varia de outubro a março, com a primeira reprodução ocorrendo aos três anos de idade e sendo utilizado até os oito anos. O Pacu se reproduz em viveiros por estímulo hormonal, e a indução é feita com hormônios sintéticos ou extrato desidratado de hipófise. A fêmea desova após 275 horas-grau no Sudeste e os ovos são incubados a uma taxa de estocagem de 3000 ovos/L. O tempo de incubação varia de 18 a 22 horas com temperaturas variando de 22 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> (Bernardino et al., 1988; Andrade & Yasui, 2003).

A criação em sistema semi-intensivo apresenta ótimos resultados e segue as mesmas recomendações feitas para a criação do Tambaqui.

Também não há relatos sobre crescimento, rendimentos e formas corporais desta espécie.

### **2.1.2 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**

O Tambaqui é a principal espécie amazônica cultivada no Brasil, considerado o segundo maior peixe de escamas da bacia amazônica, perdendo em porte somente para o pirarucu *Arapaima gigas*, podendo atingir até 30 Kg em vida livre. A facilidade de produção de alevinos e o rápido crescimento fizeram do Tambaqui um dos peixes mais populares da piscicultura brasileira. Apesar de o seu cultivo ser possível em todo o Brasil, o risco de alta mortalidade durante os meses de inverno tem desencorajado o cultivo do Tambaqui nos Estados das regiões Sul e Sudeste, particularmente em locais onde a água pode atingir temperaturas abaixo dos 17°C. Seu cultivo está concentrado nas regiões

Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde o clima é favorável e possui boa aceitação no mercado. E seu habitat natural é caracterizado por águas ricas em nutrientes, com temperatura médias entre 25 e 34°C, sendo capaz de resistir a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (Souza, 1998).

Como ocorre com a maioria das espécies migradoras, a reprodução do Tambaqui em viveiros é induzida por hormônios sintéticos ou extrato desidratado de hipófise. A fêmea desova após 200 a 300 horas-grau e os ovos devem ser incubados a uma taxa de estocagem 2 g/l ou 3000 ovos/l; o tempo de incubação varia de 18 a 22 horas com temperaturas variando de 22 a 28 °C, sendo sensíveis a elevações superiores a 30 °C. As larvas podem ser transferidas para tanques adubados entre 4 e 6 dias após a eclosão a uma densidade de até 700 larvas/m<sup>3</sup> (Andrade & Yasui, 2003). Na fase de terminação, o Tambaqui responde bem a todos os sistemas de cultivo, sendo mais comuns os sistemas extensivo e semi-intensivo em viveiros. Atualmente, utiliza-se o sistema intensivo em tanques-rede.

Não há muitos estudos descrevendo o crescimento, as formas do corpo e os rendimentos corporais desta espécie.

## **2.2 Híbridação**

O processo da híbridação consiste no acasalamento de indivíduos ou grupos geneticamente diferentes, podendo envolver cruzamentos dentro de uma espécie, cruzamento de linhagens, ou cruzamentos entre espécies (híbridação interespecífica). Esta técnica de reprodução é muito usada para produzir organismos aquáticos com características desejáveis específicas ou melhoramento geral de seus desempenhos na aquicultura. Geralmente, resulta na produção de prole que apresenta um desempenho melhor do que a média de

ambas as espécies parentais, vigor híbrido ou heterose positiva (Bartley et al., 2001).

Os estudos de hibridação em peixes iniciaram-se ao final do século XIX e tiveram impulso a partir de 1919 na América do Norte (Chevassus, 1983). A partir de estudos realizados com híbridos de espécies do gênero *Epomis*, fatos básicos do processo de hibridação interespecífica e as vantagens apresentadas por este processo foram melhor compreendidos. Os exemplares híbridos apresentavam características taxonômicas intermediárias entre as espécies parentais, podendo até mesmo superá-las em certos aspectos, tais como crescimento rápido, maior brilho e intensidade de coloração, domínio no ambiente, e até maior capacidade de capturar o alimento. Em resumo, tais híbridos apresentaram “vigor híbrido” ou “heterose” (Hubbs, 1955).

Atualmente, verifica-se que a hibridação é um fenômeno bastante comum entre os peixes, se comparado ao que ocorre nos diversos grupos de vertebrados (Schwartz, 1981; Allendorf et al., 2001; Bartley et al., 2001; Scribner et al., 2001). Isto ocorre pela própria condição ecofisiológica do grupo, que apresenta características peculiares, entre elas: a fertilização externa, mecanismos de isolamento, competição por territórios de desova, abundância de espécies e sobrevivência em ambientes limitados (Hubbs, 1955; Campton, 1987). Porém, metade da ocorrência de eventos de hibridação, em peixes, tem sido atribuída a intervenção humana (Scribner et al., 2001), com as atividades de aquicultura sendo o principal fator, seguidas de introduções de espécies fora do seu local de origem e alterações ou perdas de habitat.

Uma ampla aplicação da produção artificial de híbridos interespecíficos em aquiculturas foi revista por Bartley et al. (2001). Nesta revisão, de perspectiva comercial, foi observado que vários híbridos são favorecidos em situações em que a produção pode ser aumentada e direcionada para algumas

características físicas ou fisiológicas desejáveis. Em muitos casos, híbridos mostram uma relativa propensão para características de desempenho economicamente viáveis, fornecendo métodos não-biotecnológicos para a transferência potencial de características desejáveis, além da possibilidade de combinar múltiplas características num simples produto.

O uso de programas de hibridação em piscicultura tem sido utilizado em inúmeras espécies de peixes a fim de produzir animais que possuam melhor desempenho que as espécies parentais (vigor híbrido). Tais programas proporcionam o aumento da taxa de crescimento e qualidade da carne, resistência a doenças, capacidade de tolerar variações ambientais, além do aperfeiçoamento de diversas outras características a fim de produzir peixes mais proveitosos para o cultivo (Bartley et al., 2001). Estes são aplicados em diversos fins, tanto em programas de melhoramento genético de fenótipos com baixa herdabilidade quanto em produção de híbridos com heterose (Toledo-Filho et al., 1998).

Os cruzamentos entre o Tambaqui e o Pacu produzem os híbridos, que são conhecidos como Tambacu (fêmea de Tambaqui e macho de Pacu) e Paqui (fêmea de Pacu e macho de Tambaqui). Tanto o Pacu como o Tambaqui possuem o mesmo número de cromossomos ( $2n = 54$ ), distribuídos por grupos semelhantes, o que permite o pareamento e a formação de embriões normais (Saracura & Castagnolli, 1990).

Há relatos que o Tambacu, tolera melhor as baixas temperaturas da água nos meses de inverno nas regiões frias como sul e sudeste do país. Além de apresentar crescimento mais rápido que o Pacu. No ano de 2005 sua produção nacional superou a maioria da produção das espécies cultivadas no Brasil, inclusive a do Pacu, atingindo 10.874 toneladas (Secretaria Especial de

Aquicultura e Pesca - SEAP, 2005). No entanto, não há relatos na literatura sobre o desempenho do Paqui.

### **2.3 Heterose**

O termo heterose ou vigor híbrido é utilizado para descrever a manifestação da superioridade de um caráter quantitativo em combinações híbridas de plantas e de animais (Pereira, 2004).

São descritos na literatura três tipos de heterose: heterose materna, atribuível a utilização de fêmeas cruzadas ao invés de puras. A heterose paterna seria qualquer vantagem na utilização de machos cruzados versus puros sobre a performance da progênie. Por último a heterose individual que ocorre devido às combinações gênicas presentes na geração corrente, ou seja, o aumento da performance em um animal individualmente que não é atribuível aos efeitos maternos, ou paternos ou ainda ligados ao sexo (Pereira, 2004).

A heterose pode ser explicada geneticamente pela teoria da dominância favorável, onde a ausência de heterose não é determinante da ausência de dominância. A "heterose negativa", resultante do comportamento médio inferior de um híbrido em relação à média de seus parentais, deve ser justificada pela dominância direcionada à redução da expressão do caráter. Na ocorrência de locos com dominância positiva e locos com dominância negativa, os efeitos podem anular-se e a heterose pode não ser verificada. A heterose é, portanto, a somatória dos efeitos favoráveis ao vigor dos locos em heterozigose na geração filial (Falconer, 1981; Resende, 2002). Mesmo considerando que as interações de dominância e/ou sobredominância nem sempre sinalizam na direção de aumentar o valor fenotípico do caráter, deve-se enfatizar que, na ocorrência dessas interações, a obtenção de híbridos se configura como a melhor estratégia

a ser adotada para o melhoramento e não a seleção de indivíduos superiores (Ramalho et al., 2000).

Provavelmente não há uma explicação genética simples da heterose, mas vários níveis de dominância, incluindo a sobredominância, e muitos tipos de interação não alélica combinados em diferentes proporções e situações, podem resultar em heterose (Bowman, 1974).

A determinação do grau de heterose pode ser medido através do cruzamento recíproco ou dialélico. Este cruzamento consiste no acasalamento de dois grupos genéticos diferentes usando todas as combinações possíveis, ou seja, cruzamento entre machos e fêmeas do mesmo grupo genético, e cruzamento entre machos e fêmeas de grupos genéticos diferentes. Desta forma haverá progênies dos dois grupos puros e progênies dos dois tipos possíveis de híbridos de acordo com as espécies dos seus pais e mães. Assim pode-se comparar os dois híbridos ou a média destes, diretamente com as progênies puras de mesma idade e possivelmente criadas no mesmo ambiente (Pereira, 2004).

O cruzamento entre indivíduos distantes geneticamente, além de ter como objetivo a produção de progênies com melhor desempenho, ainda pode ter por fim a complementariedade, ou seja, o acasalamento de dois grupos genéticos diferentes, cada um com destaque para uma característica produtiva. Visando a produção de um indivíduo que apresenta bom desempenho para estas duas características.

O Tambaqui possui maior taxa de crescimento e atinge porte maior que o Pacu. No entanto, o Tambaqui não é resistente aos invernos mais rigorosos da região centro-sul do país como o Pacu, tornando a produção de um híbrido a partir dessas duas espécies uma boa estratégia na busca de um peixe de bom crescimento e resistente a período de baixas temperaturas (Garutti, 1988).

Estudos sobre o efeito da heterose sobre o crescimento ponderal, morfometria, alometria sobre os grupos genéticos (híbridos e parentais) são escassos, e necessários para melhor aproveitamento do potencial das espécies e seus híbridos.

#### **2.4 Biologia do crescimento**

Um dos mais importantes parâmetros a ser melhorado em um programa de seleção, sob o ponto de vista econômico, é o crescimento (Huang & Liao, 1990).

Em animais saudáveis, o crescimento ocorre com o aumento na massa dos tecidos estruturais e órgãos, acompanhado por uma mudança na forma ou na composição, resultante do crescimento diferencial das partes que compõem o corpo do indivíduo. Além dos fatores intrínsecos, genéticos e fisiológicos, que interferem na taxa de crescimento, fatores ambientais tais como temperatura e disponibilidade de nutrientes, assim como fatores hormonais cuja atuação é diversificada, desempenham importante papel neste processo. O crescimento está relacionado com o aumento na largura, altura e comprimento da massa corporal e do peso, devendo ser considerado como um aumento na massa dos tecidos, apresentando padrões específicos nas diferentes espécies. Este ocorre dentro de limites genéticos que são inerentes às espécies e o seu controle é regulado por hormônios. Assim um aumento no tamanho da célula pode ocorrer por simples ganho de água, porém, essa tumefação não é considerada como crescimento (Hammond, 1932; Elias, 1998; Santos, 2004).

Ao contrário da maioria dos vertebrados, que possuem um tamanho máximo não ultrapassado até mesmo durante tempos de vida longos e anormais, os peixes parecem ter crescimento contínuo no decorrer de sua vida, quando o suprimento alimentar não for limitante (Gamito, 1998). Esse crescimento é caracterizado pelo aumento no número de células do indivíduo, denominado

hiperplasia e pelo aumento no tamanho celular, denominado hipertrofia (Elias, 1998).

A ordem de prioridade na formação dos tecidos é: ósseo, muscular e adiposo - de acordo com a maturidade fisiológica. Isso demonstra que o crescimento destes tecidos não ocorre de forma isométrica, ou seja, cada um terá um impulso de crescimento em uma fase diferente de vida do animal (Ensminger et al., 1990).

#### **2.4.1 Crescimento ponderal**

A representação gráfica do peso ou massa corporal, em relação à idade, resulta na curva de crescimento (Gottschall, 1999). O estudo do crescimento, por meio do ajuste de uma função que descreva todo o período de vida do animal, torna-se mais informativo porque ela condensa as informações de uma série de dados peso-idade em um pequeno conjunto de parâmetros biologicamente interpretáveis. Além dessas, existem outras formas de aplicações das curvas de crescimento na produção animal: a) estudar o perfil de respostas de tratamentos ao longo do tempo; b) estudar as interações de respostas das subpopulações ou dos tratamentos com o tempo; c) identificar em uma população os animais de maior peso em menor idade - essas informações podem ser obtidas mediante investigação do relacionamento entre os parâmetros das curvas de crescimento, que expressam a taxa de declínio na taxa de crescimento relativa e o peso-limite do animal ou do peso assintótico; d) obter a variância dentro de e entre indivíduos, o que é de grande interesse nas avaliações genéticas (Freitas, 2007).

Para o comprimento ou peso inicial e final das espécies, durante o período de tempo considerado no modelo, algumas equações de crescimento podem ser usadas. Segundo Gamito (1998), outros modelos de crescimento

(Tabela 1) podem ser mais apropriados se mais informações estiverem disponíveis.

Dentre as funções não lineares mais utilizadas para ajustar as relações peso-idade destaca-se a função de Richards, na qual se caracteriza por apresentar quatro parâmetros A, B, K e M. Outras funções, como as de Brody, Gompertz, Logística e von Bertalanffy, com três parâmetros A, B e K, classificadas como casos especiais da função de Richards, são também muito utilizadas (Mazzini, 2001).

TABELA 1 Forma geral das funções não lineares mais utilizadas para descrever o crescimento.

<b>Função</b>	<b>Equação</b>
Brody	$A(1-Be^{-kt})$
von Bertalanffy	$A(1-Be^{-kt})^3$
Logística	$A(1+Be^{-kt})^{-1}$
Gompertz	$Aexp(-Be^{-kt})$
Richards	$A(1-Be^{-kt})^M$

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

Na descrição do crescimento, todas as curvas possuem suas vantagens e desvantagens. Comparações entre elas têm sido freqüentes.

#### 2.4.2 Crescimento morfométrico

O crescimento tem como um dos componentes o formato do corpo, expresso por medidas ou índices morfométricos (Reist, 1985). Assim, a morfometria pode ser definida como o estudo da forma e tamanho, e de como estas duas variáveis relacionam entre si, constituindo uma ferramenta para entender a relação dessas variáveis com diversas outras como, por exemplo, a idade e o sexo entre os organismos estudados (Moraes, 2003).

A forma externa do corpo tem grande importância na escolha no processamento realizado pela indústria, influenciando nas operações de decapitação, evisceração e limpeza geral por métodos manuais ou mecanizados; no dimensionamento das caixas, câmaras e outros implementos para a armazenagem; na adequação e no rendimento da carne quando pré-processada na forma de corpo limpo, postas ou filés; e na velocidade de resfriamento com gelo e de congelamento a bordo ou na indústria (Contreras-Guzmán, 1994).

Eyo (1993) estudou dez espécies de peixes e constatou que o rendimento do processamento é um reflexo da estrutura anatômica. Peixes com cabeça grande em relação ao corpo apresentam um menor rendimento de filetagem quando comparados aos de cabeça pequena. Miranda & Ribeiro (1997), que estudando o pintado *Pseudoplastystoma coruscans* e bagres americanos *Ictalurus punctatus* com pesos semelhantes e verificaram que o pintado apresentou um rendimento de carcaça superior a do bagre americano.

Os peixes com forma de torpedo apresentam rendimentos altos devido à massa muscular cilíndrica. Espécies fusiformes têm rendimento de filé com pele superior a 54%. Os fusiformes alongados também dão rendimentos elevados. Entretanto, peixes comprimidos estão entre as espécies de rendimento mais baixo, inferior a 42% (Contreras-Guzmán, 1994).

### 2.4.3 Crescimento alométrico

O aumento de peso pode ser estudado alometricamente, ou seja, estabelecendo relações entre as partes componentes do organismo. Esse tipo de estudo não leva em consideração o tempo necessário para alcançar um determinado peso, podendo explicar diferenças quantitativas produzidas nas distintas fases da vida dos animais, passando a ser uma forma eficaz para o estudo de suas carcaças (Santos et al., 1999).

O crescimento alométrico de peixes reflete rigorosamente a mudança na exigência funcional relacionada à mudança na hidrodinâmica ambiental. Isso implica no desenvolvimento precoce da cabeça, olhos, cérebro, arcos branquiais e, recrutamento e crescimento das fibras musculares para um rápido consumo de alimento (Verreth et al., 1994).

A equação alométrica de Huxley (1932), definida como  $Y = aX^b$ , permite realizar uma descrição quantitativa adequada do crescimento de regiões e tecidos em relação ao organismo como um todo, descrevendo uma relação curvilínea entre o crescimento da maioria dos tecidos. Entretanto, se faz necessária a transformação logarítmica, por meio de logaritmos neperianos para que o erro, antes multiplicativo, passe a ser aditivo, permitindo análises estatísticas. A transformação permite que a equação exponencial se converta em uma regressão linear simples, dada por  $\ln Y = \ln a + b \ln X$ , onde “Y” é o peso do órgão ou tecido; “X” é o peso de outra porção ou de todo o organismo; e “a” é a intercepção do logaritmo da regressão linear sobre “Y” e “b” o coeficiente de crescimento relativo, ou o coeficiente de alometria, que é a velocidade relativa de crescimento de “Y” em relação a “X”. Quando o valor “b” se iguala a 1, significa que as taxas de desenvolvimento de “X” e “Y” são semelhantes no intervalo de crescimento considerado. Se “b” apresenta um valor maior que 1, implica que “Y” cresce proporcionalmente mais do que “X” e, quando “b” tem

valor menor que 1, a intensidade de desenvolvimento de “Y” é inferior à de “X” (Santos, 1999). Em revisão feita por Santos (1999), nenhum método matemático descreve por si só ou em combinação com outros, a forma completa de desenvolvimento.

Quando se trabalha com animais destinados à produção de carne, faz-se necessária a determinação do peso ideal de abate, baseada na exigência do mercado, que normalmente deseja uma carcaça com alta proporção de carne e baixas proporções de gordura. Essas características podem ser verificadas pelo crescimento alométrico, onde o excesso de energia, oriundo de fontes protéicas ou não, acima da exigência será convertida em gordura e depositada na carcaça (Elias, 1998).

## **2.5 Processamento e rendimentos corporais**

Os estudos de carcaça de peixes têm grande importância do ponto de vista econômico e de produção, pois, através deles, pode-se obter uma estimativa da produtividade, tanto para o piscicultor como para a indústria de processamento de pescado (Souza, 1999). A industrialização do pescado, em especial aqueles produzidos pela piscicultura de água doce, deve ser vista como parte integrante da cadeia produtiva, na qual abrange desde a produção até o consumo do peixe (Souza & Maranhão, 2001). Para selecionar a espécie adequada a ser cultivada em escala industrial, é de fundamental importância sua aceitação pelo mercado consumidor, aliada aos aspectos de custo de produção, índices zootécnicos, rendimento no processamento, entre outros fatores.

São necessárias pesquisas que permitam investigar o potencial das diferentes espécies de peixes cultivadas quanto ao seu rendimento no processamento, fornecendo informações essenciais para o desenvolvimento da industrialização das mesmas. Dentre os pontos importantes a serem observados

para a industrialização do peixe, a qualidade da carcaça do pescado é fator imprescindível para definição dos processos de preparação dos produtos e dos tipos de cortes. O rendimento de filé, além da eficiência das máquinas filetadoras ou destreza manual do operário, e do método de filetagem, depende de algumas características intrínsecas à matéria prima, como a forma anatômica do corpo, tamanho da cabeça e peso dos resíduos (vísceras, pele e nadadeiras) (Eyo, 1993; Contreras-Guzmán, 1994).

Sabe-se que, além do peso e tamanho, as diferenças existentes entre as características morfológicas de um peixe devem ser consideradas quando se pretende realizar uma análise comparativa.

Dentre as espécies nativas cultivadas, o Pacu é uma das que mais se destaca no comércio, atingindo elevado valor econômico (Furuya et al., 2001). Porém, ainda são necessários estudos sobre seu potencial para a industrialização. Faria et al. (2003) verificaram que o rendimento do filé do Pacu foi influenciado pela forma de apresentação, com e sem pele; o rendimento de filé com pele foi de 51,60%, enquanto que o sem pele foi de 46,73%. Estes valores foram superiores aos obtidos para tilápia do Nilo (39,21% e 36,44%, respectivamente) que apresentaram maior porcentagem da cabeça que o Pacu.

Em estudos com o Tambaqui e a pirapitinga *Piaractus brachypomus* sobre o rendimento de filé e os descartes (cabeça, vísceras e escamas) a pirapitinga apresentou rendimento de 41% de filé e 15 % de carne aderida ao esqueleto. Cerca de 30% do peso total era de descartes. Para o Tambaqui, os descartes somaram 35%, enquanto o rendimento de filé foi de 36%, mais de 15% de carne aderida ao esqueleto (Kubtza, 2004a,b). Já Malca (1989) resumiu o rendimento de carcaça do Tambaqui com 4,4 kg (peso inteiro) como vísceras 10%; pele 9%; cabeça, escamas e nadadeiras 23%; carcaça 67% (peixe eviscerado, sem cabeça, sem escamas e sem nadadeiras); carcaça sem a pele

58%. Caraciolo et al. (2000) obteve rendimento de filé entre 41 e 44 % para Tambaquis de 700 a 2.100 gramas. Faria et al. (2003) apresentaram dados sobre o rendimento de filé de Pacu *in natura* de 51,6% e defumado 46,7% com e sem pele.

Como estudo efetuado com as espécies deste trabalho são isolados, vê-se a necessidade de intensificarmos estudos sobre os rendimentos das partes corporais entre estas espécies.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e período experimental**

O experimento foi conduzido durante o período de outubro de 2007 a abril de 2008, no Setor de Piscicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina (EAFCOL- ES), situada a 17 Km de Colatina-ES, temperatura ambiente com média anual de 28 °C e com altitude de 38m.

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

Foram utilizados juvenis de quatro grupos genéticos, gerados a partir do cruzamento dialélico completo entre Pacu e Tambaqui, ou seja, produtos do encontro de gametas de fêmea e macho Pacu (Pacu - PC); fêmea e macho Tambaqui (Tambaqui - TQ), fêmea Tambaqui e macho Pacu (Tambacu - TC) e fêmea Pacu e macho Tambaqui (Paqui - PQ). Foram produzidos através de indução hormonal (seguindo o protocolo descrito por (Andrade & Yasui, 2003) e utilizados os gametas de um macho e uma a fêmea de cada espécie (Figura 1). Os ovos foram incubados separadamente por grupo genético e, após cinco dias da eclosão, as pós-larvas foram transferidas para viveiros de terra a uma densidade de 200 alevinos/ m<sup>2</sup>, sendo um viveiro para cada grupo genético.

Após serem transferidos para viveiros, os peixes foram alimentados com uma ração comercial extrusada e moída com 55 % de PB e fornecida à base de 18 % da biomassa com uma frequência de três porções diárias até atingirem 10 g de peso vivo. Já na fase de crescimento, receberam ração extrusada com 45 % de PB a base de 8 % da biomassa três vezes ao dia.

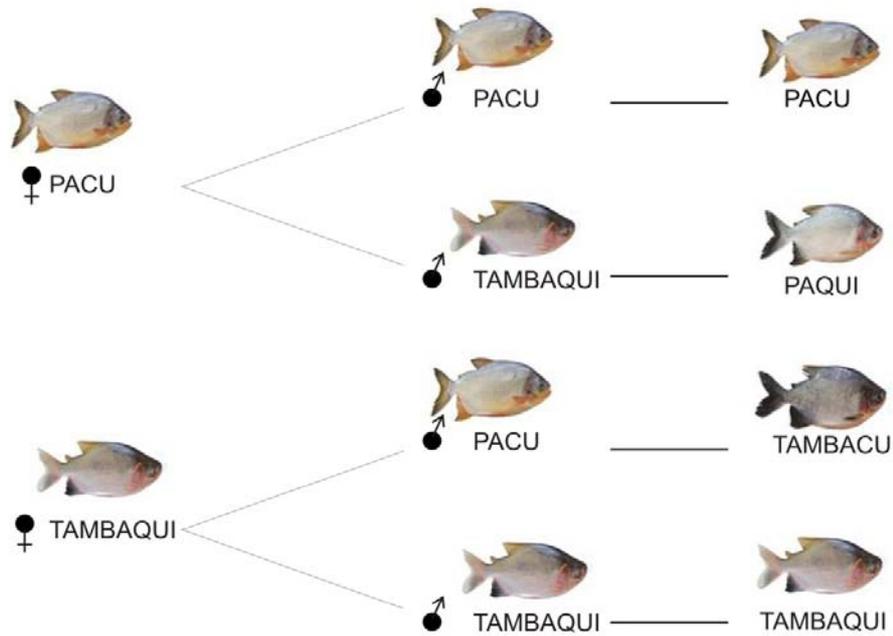


FIGURA 1 Esquema de acasalamento dialélico entre as espécies Pacu *Piaractus mesopotamicus*; Tambaqui *Colossoma macropomum*.

Iniciou-se o experimento com 400 juvenis de cada grupo genético, o Pacu, o Tambaqui, o Tambacu e o Paqui apresentaram peso médio (desvios padrão) de 66,18 (13,49); 54,59(11,01); 91,30 (13,44); 73,98 (10,76) g e comprimento padrão (desvio padrão) de 11,49 (0,82); 11,19 (0,75); 12,28 (0,59) e 11,54 (0,58) cm, respectivamente. Foram estocados e cultivados separadamente em viveiro de terra preparado e dividido em quatro áreas de 6 x 11 m separadas por tela de polipropileno de 9 x 9 mm (Figura 2), permanecendo nestas áreas até atingirem peso médio de 1200 g (final do experimento), perfazendo 196 dias de cultivo.



FIGURA 2 Viveiros de cultivo

Neste período, foram alimentados com ração comercial extrusada específica para as fases de crescimento e terminação, com 35 % de PB. A ração foi fornecida de acordo com a biomassa de cada grupo genético, e variou de 5 % na primeira semana a 1 %, na última semana.

Os parâmetros da água foram monitorados da seguinte forma temperatura medida diariamente no início e no final do dia por meio de um “termômetro de mercúrio”, o oxigênio foi medido semanalmente, utilizando “medidor de oxigênio dissolvido digital HI 98186” e o pH foi aferido semanalmente com uso do “estojo para teste de pH e cloro”.

A cada 28 dias, foram feitas amostragens com 20 peixes de cada grupo genético, coletados e avaliados após jejum de 24 horas. Os peixes foram insensibilizados por choque térmico com diminuição da temperatura d’água e sacrificados. Em seguida os peixes foram pesados e submetidos a avaliações morfométricas e dissecados para obtenção dos pesos e rendimentos corporais.

### 3.3 Avaliação morfométrica

Medidas métricas (cm) realizadas, ilustrada na (Figura 3):

- Comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o bordo caudal do opérculo;
- Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal);
- Altura do corpo medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal (AC);
- Largura do corpo tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal (LC);

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

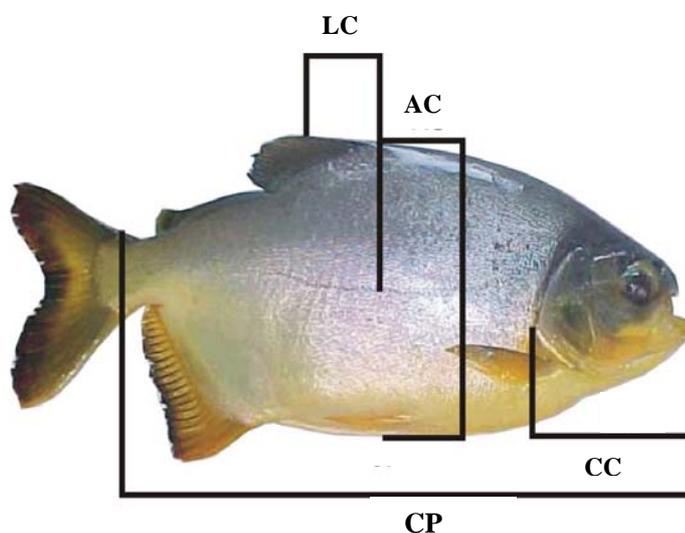


FIGURA 3 Exemplar de Pacu submetido a avaliação morfométrica.

Em complemento, foram calculadas as seguintes razões morfométricas:

- $CC/CP$  = comprimento da cabeça/comprimento padrão.
- $CC/AC$  = comprimento da cabeça/ altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal.
- $AC/CP$  = altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal./comprimento padrão.
- $LC/CP$  = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal/comprimento padrão.
- $LC/CC$  = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal/comprimento da cabeça.
- $LC/AC$  = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal/ altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal.

#### **3.4 Divisão das partes corporais**

Os peixes sacrificados foram eviscerados pesando-se as vísceras e o peixe inteiro, em seguida seccionados por meio de cortes na linha após a extremidade caudal do opérculo, separando a cabeça do tronco e anterior ao primeiro raio da nadadeira anal separando o tronco da cauda, conforme apresenta (Figura 4). Assim estas partes foram pesadas em balança semi-analítica graduada em gramas, obtendo-se as proporções de vísceras, cabeça, carcaça, tronco e cauda

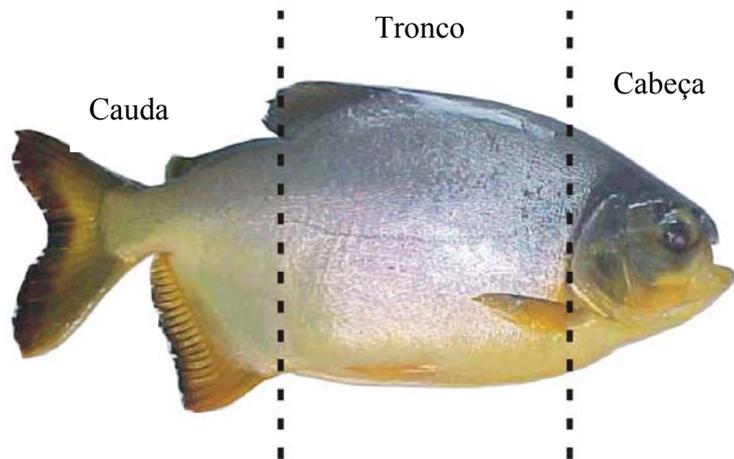


FIGURA 4 Cortes das partes corporais de um exemplar de Pacu.

### 3.5 Avaliação dos pesos e rendimentos corporais

Para obtenção dos pesos e rendimentos dos produtos e subprodutos resultante do processamento do pescado seguiu-se a metodologia utilizada por, conforme descrito a seguir.

A pele foi retirada, juntamente com as escamas, com auxílio de um alicate, no sentido cabeça-cauda e com o peixe inteiro resfriado, sendo para isso feitos quatro cortes rasos nas extremidades do corpo do peixe: 1) corte vertical após o opérculo; 2) corte no dorso, da base da cabeça até a cauda, rente à nadadeira dorsal; 3) corte vertical na parte anterior à cauda e; 4) corte da cauda para a cabeça na extremidade abdominal, passando pela nadadeira anal e pélvica (Caraciolo et al., 2001).

Após a retirada da pele e com o uso de uma faca de filetagem, separou-se da espinha dorsal o filé com as costelas, sendo posteriormente o filé separado

das costelas. Em seguida, retiradas as vísceras e a cabeça seccionado da espinha dorsal por meio de corte vertical após o opérculo. Assim, foram obtidos e pesados: vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduo (espinha dorsal e nadadeiras) (Figura 5). Este procedimento foi realizado em todos os peixes amostrados quando atingiram peso superior a 150g.



FIGURAS 5 Sequência de abate e produtos do abate.

O rendimento de cada produto foi calculado como porcentagem do peso de abate (peixe inteiro), obtendo-se os seguintes rendimentos:

- %VISC (porcentagem de vísceras = peso das vísceras/peso de abate);
- % CAR (porcentagem de carcaça = peso da carcaça/peso de abate);
- %CAB (porcentagem de cabeça = peso da cabeça/peso de abate);
- %Filé (porcentagem de porção de filé);
- %COST (porcentagem de porção de costela = peso da costela/peso de abate);
- %RES (porcentagem de resíduos = peso dos resíduos/peso de abate);
- %Pele (porcentagem de pele = peso da pele/peso de abate).

### 3.6 Heterose

A heterose foi calculada para cada característica, a partir das médias ajustadas, por intermédio da seguinte fórmula:

$$H (\%) = \{[(PQ+TC) /2]-[(PC+TQ) /2] / [(PC+TQ) /2]\} \times 100$$

Onde:

- H = heterose;
- $(PQ+TC) /2$  = média dos híbridos;
- $(PC+TQ) /2$  = média dos puros.

### 3.7 Análise estatística

Após o início do experimento, a cada 28 dias foram retiradas 20 repetições tanto para as análises das medidas morfométricas, quanto para as proporções corporais perfazendo um total de 80 parcelas, sendo o peixe a unidade experimental, seguindo o delineamento inteiramente casualizado.

O peso de abate tem um efeito significativo sobre as medidas do corpo, portanto, para que fosse possível analisar os efeitos das espécies e sexo dos reprodutores sobre as progênes adequadamente, foi utilizado a covariável “peso de abate” no modelo estatístico das medidas morfométricas corrigindo seus valores médios.

#### 3.7.1 Crescimento ponderal, morfométrico e alométrico

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de médias, por meio do teste F a 95% de probabilidade para a comparação das médias das medidas morfométricas, dos pesos, dos rendimentos e das relações morfométricas que participaram das equações de regressão múltipla de pesos e ou rendimentos corporais, entre os grupos genéticos. A comparação das

variáveis entre os grupos foi realizada com a finalidade de verificar se as variações destas se pronunciaram nos grupos.

Os ajustes foram obtidos por meio do software para análises estatísticas o R (R Development Core Team, 2008) e os pacotes utilizados foram: car, nortest e nlme (Pinheiro, 2000). Os parâmetros estimados das curvas para os diferentes grupos genéticos estudados foram comparados pelos seus intervalos de confiança.

Para a escolha da curva de crescimento que melhor descreve o comportamento das medidas morfométricas avaliadas em função do peso corporal. Foram utilizados os critérios de avaliação biológica dos parâmetros obtidos para cada modelo, coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  Aj.), quadrados médios do erro (QME), número de interações e intervalo de confiança.

### **3.7.2 Rendimentos e proporções corporais**

Os dados foram ajustados para o peso médio de abate, utilizando a covariável peso no modelo, para a eliminação do efeito do peso de abate, permanecendo somente o efeito da diferença entre as linhagens. Para isso, os dados foram submetidos a análise de variância, sendo a significância testada a utilizando-se o teste t. Para a realização das análises, foi utilizado o pacote computacional SAEG - Sistemas para Análises Estatísticas, versão 9.0 (Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2007), sendo que a análise de variância foi realizada de acordo com o seguinte modelo estatístico:

- $Y_{ijk} = M + SA_i + GG/SA_{j/i} + e_{ijk}$

Em que:

- $Y_{ijk}$  = observação k do grupo genético j do acasalamento i;
- M = média de todas as observações;

- $SA_i$  = efeito do sistema de acasalamento  $i$ , sendo  $i = 1$  (puros) e 2 (cruzados);
- $GG/SA_{j/i}$  = efeito do grupo genético  $j$  ( $1=Pacu$ ,  $2=Tambaqui$ ,  $3=Tambacu$  e  $4=Paqui$ ), dentro do sistema de acasalamento  $i$ ;
- $e_{ijk}$  = efeito aleatório residual.

Obs: Para os dados morfométricos, foi incluída no modelo a covariável peso de abate, ou seja,  $b(x_{ijk} - M_x)$  onde  $b$  é o coeficiente de regressão linear da variável morfométrica em função do peso de abate,  $x_{ijk}$  é o peso de abate da observação  $k$  do grupo genético  $j$  do acasalamento  $i$  e,  $M_x$  é a média geral de peso de abate.

Também foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre as medidas morfométricas e os rendimentos corporais, sendo testada a hipótese  $\rho = 0$  utilizando-se o teste  $t$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Condições experimentais

Durante o período experimental, as médias de temperaturas mínima e máxima da água, a cada período de 28 dias de cultivo (Tabela 2), variaram em torno de 25,26 (1,00) °C e 28,80 (1,08) °C, respectivamente, e os valores médios de oxigênio dissolvido variaram em torno de 4,33 (0,45) mg /L e de pH em torno de 6,89 (0,16) pH (Tabela 2). Em geral, os parâmetros físico-químicos da água permaneceram dentro dos limites recomendados para o bom desempenho de peixes (Boyd, 1992; Popma & Phelps, 1998).

TABELA 2 Valores médio de temperatura mínima e máxima da água, oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>Dmg/L) e pH da água durante o período experimental de cultivo.

Período (dias)	Temperatura (°C)		O <sub>2</sub> D mg/L	pH
	Mínima	Máxima		
<b>1 a 28</b>	25,5	29,3	4,9	7,0
<b>29 a 56</b>	24,2	27,2	4,7	6,8
<b>57 a 84</b>	26,1	29,2	4,6	6,8
<b>85 a 112</b>	24,8	27,6	4,5	6,8
<b>113 a 140</b>	27,0	30,0	3,8	7,2
<b>141 a 168</b>	24,7	29,8	4,0	6,8
<b>169 a 196</b>	24,5	28,5	3,8	6,8
<b>Média Geral</b>	25,26(1,00)	28,80(1,08)	4,33(0,45)	6,89(0,16)

( ) Desvio Padrão

### 4.2 Peso e rendimentos corporais

Os resultados de peso final e rendimentos corporais aos 196 dias de cultivo (Tabela 3), obtidos pelos grupos genéticos gerados pelo cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui, revelaram que a média dos híbridos foi diferente ( $P < 0,05$ ) da média dos puros para a maioria das características, com exceção dos rendimentos de cabeça (%CAB), costelas

(%COST) e resíduos (%RES) que foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre puros e híbridos. Os híbridos apresentaram maiores valores do que os puros para pesos, porcentagem de vísceras (%VIS) e de pele (%PELE) do que os puros ao final do cultivo, demonstrando haver heterose positiva ( $P<0,05$ ) de 7,21; 5,49 e 7,18 % para estas variáveis, respectivamente. Entretanto, os híbridos apresentaram menores valores de carcaça eviscerada (%CAR) e filé (%FILÉ). Revelando que para essas características houve heterose negativa ( $P<0,05$ ), com os híbridos apresentando em média rendimentos de carcaça e filé, respectivamente, 0,59 e 7,27% menor do que os apresentados pelos puros.

Considerando que em média os rendimentos %CAB,%COST e %RES de puros e híbridos não diferiram ( $P>0,05$ ) entre si e a heterose não foi significativa, a expressão fenotípica destas características, provavelmente, se deve a influência de genes de efeitos aditivos. O pior rendimento %CAR dos híbridos foi consequência direta de sua maior porcentagem de vísceras quando comparado aos puros. Isto e a maior %PELE, certamente, também contribuiu para o menor rendimento médio de filé dos peixes híbridos.

Houve diferença ( $P<0,05$ ) entre os híbridos com relação ao peso ao final de cultivo e aos rendimentos %VIS, %CAR, %FILÉ e %PELE, o que indica que o desempenho dos híbridos para essas características depende de qual espécie foi utilizada como fêmea e como macho no acasalamento que o originou. Observou-se que o híbrido Tambacu, apresentou maior peso ao final do cultivo, maiores %VIS e %PELE ( $P<0,05$ ) e menores %CAR e %FILÉ do o Paqui ( $P<0,05$ ). Comparando os resultados obtidos pelos peixes puros (Pacu e Tambaqui, verificou-se que Tambaqui foi mais pesado, com maior %CAR, %CAB e %PELE e menor %VIS, %FILÉ e %COST do que o Pacu, não diferindo quanto a %RES.

Associando esses resultados aos observados nos híbridos para as mesmas características, verificou-se que o peso final, %FILÉ e %PELE do híbrido está relacionado ao desempenho de sua mãe, ou seja, da espécie utilizada como fêmea no cruzamento. A fêmea Tambaqui proporciona maior peso de abate e maior %PELE e, a fêmea Pacu maior %FILÉ. Por outro lado, a %VIS e %CAR parece ser influenciada pela espécie utilizada como macho no cruzamento. Assim, macho Pacu, espécie com maior %VIS e menor %CAR, produziu híbrido com maior %VIS e menor %CAR e, o contrário foi produzido quando o pai era da espécie Tambaqui. Os resultados observados estão relacionados ao conceito de efeito materno e paterno, que pode ser definido como a contribuição, influência ou impacto sobre o fenótipo de um indivíduo, atribuível diretamente a características da mãe ou do pai, que podem ser de causas genéticas ou ambientais (Hohenboken, 1964; Bradford, 1972; Weigensberg et al., 1998).

De maneira geral, os híbridos foram mais pesados ao final do cultivo e produziram carcaça de pior qualidade do que os puros, ou seja, apesar de mais pesados os híbridos apresentaram rendimento de filé inferior. Destacando-se o híbrido TC que, com a mesma idade, obteve peso 28,7 % maior do que média dos puros (heterose específica) e 16% maior do que a média do TQ. Isto pode ser comprovado calculando-se a quantidade, em gramas, de carne (filé) produzida por cada grupo genético, assim teremos para PC, 289,5g; TQ, 275,3g; TC, 332,3g e; PQ, 231,9g. Logo se pode constatar que mesmo com menor %FILÉ, o TC produziu 14,8% a mais de gramas de filé do que o PC ou 17,7% a mais do que média dos puros (286,4g).

TABELA 3 Heterose e médias, para peso ao abate (PESO) e para as porcentagens de vísceras (%VISC), carcaça (%CAR), cabeça (%CAB), filé (%FILÉ), costela (%COST), pele (%PELE) e resíduos (%RES), de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

		<b>PESO (g)</b>	<b>%VISC</b>	<b>%CAR</b>	<b>%CAB</b>	<b>%FILÉ</b>	<b>%COST</b>	<b>%PELE</b>	<b>%RESID</b>
	<b>PUROS</b>								
31	PC	907,63 b	10,84 a	89,16 b	17,41 b	31,93 a	18,29 a	4,98 b	16,56 a
	TQ	1069,48 a	8,66 b	91,34 a	28,04 a	25,75 b	15,41 b	5,90 a	16,25 a
	<b>Média Puros</b>	<b>988,55 B</b>	<b>9,75 B</b>	<b>90,25 A</b>	<b>22,72 A</b>	<b>28,84 A</b>	<b>16,85 A</b>	<b>5,44 B</b>	<b>16,40 A</b>
	<b>HÍBRIDOS</b>								
	TC	1273,06 a	10,79a	89,21 b	22,56 a	26,09 b	17,77 a	6,11 a	16,67 a
	PQ	846,59 b	9,77 b	90,23 a	23,32 a	27,39 a	16,97 a	5,54 b	17,00 a
	<b>Média Híbridos</b>	<b>1059,82 A</b>	<b>10,28 A</b>	<b>89,72 B</b>	<b>22,94 A</b>	<b>26,74 B</b>	<b>17,37 A</b>	<b>5,83 A</b>	<b>16,83 A</b>
	<b>HETEROSE (%)</b>	<b>7,21*</b>	<b>5,49**</b>	<b>-0,59**</b>	<b>0,96</b>	<b>-7,27**</b>	<b>3,09</b>	<b>7,18**</b>	<b>2,63</b>

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna e dentro do mesmo sistema de acasalamento (puros ou híbridos), diferem entre si pelo teste de F a  $P < 0,05$ . Médias de Puros e Híbridos seguidas por letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F a  $P < 0,05$ . \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ .

Os resultados mostram que houve um incremento de peso de filé para o TC em relação ao PQ e aos puros, em consequência da heterose. Esse incremento da heterose, também, pode ser verificado nos estudos com o híbrido tambatinga (produto cruzamento entre fêmea Tambaqui e macho pirapitinga *Piaractus brachyomus*), onde o híbrido apresentou 41,89% de rendimento de filé, sendo superior ao Tambaqui (39,50%). Entretanto, não supera os valores apresentados pela pirapitinga *Piaractus brachyomus* (43,77%) (Paula, 2009). Entretanto, as pesquisas relacionadas ao tema são escassas na literatura.

#### **4.3 Medidas e relações morfométricas**

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, a média dos híbridos foi diferente ( $P < 0,05$ ) da média dos puros para a maioria das medidas e razões morfométricas, com exceção do CP e da razão CC/AC que não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre puros e híbridos. Comparando somente os valores médios das medidas morfométricas CP, CC, AC e LC, entre puro e híbrido, constata-se que a maior diferença encontrada foi em relação a largura do corpo, com os híbridos apresentando em média uma LC 14,91% menor do que a média dos puros, revelando uma heterose negativa ( $P < 0,05$ ) para esta medida. Para CC e AC a heterose foi menor, porém positiva, ou seja, os híbridos tiveram em média CC (1,99%) e AC (2,26%) maiores do que os puros. Por outro lado, os híbridos tiveram CP similar ( $P > 0,05$ ) a média dos CP dos puros, sugerindo que a expressão fenotípica desta medida morfométrica seja controlada por genes de efeito aditivo.

Exceto para CC/AC, a heterose foi significativa para todas as razões morfométricas avaliadas, sendo esta positiva para as razões CC/CP (2,17%), AC/CP (2,43%) e CC/LC (20%) e negativa para LC/CP (-14,76%) e LC/AC (-16,79%), demonstrando que híbridos e puros diferem quanto ao formato do

corpo. De acordo com esses resultados, as diferenças mais acentuadas entre híbridos e puros foram nas proporções do CC em relação à LC e da LC em relação ao CP e a AC, sendo que nos híbridos o CC e a LC representaram, respectivamente, proporções do CP 20% maiores e 14,76% menores que nos puros e que a proporção LC em relação a AC foi 16,79% maior nos puros.

As relações largura/comprimento e largura/altura representam a conformação do filé (Boscolo et al., 2001). Desse modo, os híbridos apresentam conformação de filé inferior aos puros, portanto menos robustos.

Os híbridos não diferenciaram entre si ( $P > 0,05$ ) quanto às medidas e razões morfométricas, indicando não haver influência do sexo das espécies sobre estas características nos híbridos produzidos. Contudo, os puros somente não se diferenciaram ( $P > 0,05$ ) quanto a razão AC/CP. Para as demais medidas e razões morfométricas, o Tambaqui apresentou valores superiores ( $P < 0,05$ ) ao Pacu, sendo as diferenças mais expressivas observadas no CC, aproximadamente de 37%, e nas razões morfométricas que envolveram esta medidas, ou seja, CC/CP, CC/AC e CC/LC. Para estas, as maiores diferenças ficaram em torno de 32%. As razões CC/AC e CC/CP representam proporção de cabeça, de modo que os Tambaquis apresentam cabeça relativamente maior em relação aos demais grupos.

De maneira geral, os híbridos originados do cruzamento entre Pacu e Tambaqui apresentaram um formato de corpo mais achatado e alto, com cabeça mais comprida quando comparados ao formato médios dos puros, independente de qual espécie tenha sido usada como fêmea ou macho no acasalamento.

TABELA 4 Heterose e médias, para covariável peso de abate, das medidas (cm) e razões morfométricas de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

	CP	CC	AC	LC	CC/CP	AC/CP	LC/CP	CC/AC	CC/LC	LC/AC
PUROS										
PC	27,80 b	7,02 b	14,41 b	4,35 b	0,25 b	0,52 a	0,16 b	0,49 b	1,61 b	0,30 b
TQ	28,95 a	9,61 a	14,76 a	4,84 a	0,33 a	0,51 a	0,17 a	0,65 a	1,99 a	0,33 a
<b>Média</b>	<b>28,37 A</b>	<b>8,27 B</b>	<b>14,59 B</b>	<b>4,65 A</b>	<b>0,29 B</b>	<b>0,51 B</b>	<b>0,16 A</b>	<b>0,57 A</b>	<b>1,78 B</b>	<b>0,32 A</b>
HÍBRIDOS										
TC	28,48 a	8,53 a	14,81 a	3,78 a	0,30 a	0,52 a	0,13 a	0,58 a	2,26 a	0,26 a
PQ	28,17 a	8,44 a	15,02 a	4,13 a	0,30 a	0,53 a	0,15 a	0,56 a	2,04 a	0,27 a
<b>Média</b>	<b>28,33 A</b>	<b>8,43 A</b>	<b>14,91 A</b>	<b>3,95 B</b>	<b>0,30 A</b>	<b>0,53 A</b>	<b>0,14 B</b>	<b>0,57 A</b>	<b>2,13 A</b>	<b>0,27 B</b>
HETEROSE (%)	-0,17	1,99**	2,26**	-14,91**	2,17**	2,43**	-14,76**	-0,26	20,00**	-16,79**

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente. CP= comprimento padrão, CC= comprimento de cabeça; AC e LC = altura e largura do corpo tomadas no 1º raio da nadadeira dorsal, respectivamente. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna e dentro do mesmo sistema de acasalamento (puros ou híbridos), diferem entre si pelo teste de F a P(<0,05). Médias de Puros e Híbridos seguidas por letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F a P<0,05. \*P<0,05; \*\*P< 0,01.

#### **4.4 Correlações das medidas e razões morfométricas com os rendimentos corporais**

As correlações entre as medidas e razões morfométrica com os rendimentos do processamento do pescado ao final do período de cultivo, encontram-se na Tabela 5. Com exceção da %RES, a grande maioria dos rendimentos apresentou correlação significativa com as medidas e razões morfométricas avaliadas neste estudo, sendo as maiores correlações observadas entre a razão CC/AC com %VIS (-0,691), %CAR (0,691), %CAB (0,912) e %COST (-0,554) e, entre CC com %FILÉ (-0,738) e %PELE (0,484).

Assim, quanto maior for o comprimento e proporção do comprimento da cabeça em relação à altura do corpo do peixe, maior será a porcentagem de cabeça e menores as de filé e costela. Estes resultados sugerem que as diferenças em rendimentos do processamento, encontradas entre os grupos genéticos gerados pelo cruzamento dialélico entre Pacu e Tambaqui, podem ser devidas às diferenças em tamanho da cabeça dos peixes.

Reverendo os resultados de rendimentos (Tabela 3), medidas morfométricas (Tabela 4) e razões morfométricas (Tabela 5), pode-se constatar que o grupo genético Pacu, com os melhores rendimentos no processamento, foi também o que apresentou menor CC e o menor valor para a razão morfométrica CC/AC, principalmente quando comparado ao Tambaqui. Mesmo o Pacu tendo uma razão LC/CC maior que o Tambaqui, ele teve maior rendimento de filé por ter menor porcentagem e comprimento de cabeça.

TABELA 5 Coeficientes de correlação de Pearson das medidas e razões morfométrica com os rendimentos de vísceras (%VIS), carcaça eviscerada (%CAR), cabeça (%CAB), filé (%FILÉ), costela (%COST), pele (%PELE) e resíduos (%RES)

MEDIDAS	RENDIMENTOS									
	%VIS	%CAR	%CAB	%FILÉ	%COST	%PELE	%RES			
CP	0,003	-0,003	0,369 **	-0,424 **	-0,170	0,404 **	-0,087			
CC	-0,443**	0,443 **	0,840 **	-0,738 **	-0,466 **	0,484 **	-0,059			
AC	0,130	-0,130	0,296 **	-0,442 **	-0,094	0,470 **	-0,079			
LC	-0,355**	0,355 **	0,404 **	-0,137	-0,319 **	0,119	-0,157			
CC/CP	-0,606**	0,606 **	0,909 **	-0,739 **	-0,521 **	0,402 **	-0,023			
AC/CP	0,292	-0,292	-0,035	-0,194 *	0,110	0,293 **	-0,006			
LC/CP	-0,381*	0,381 *	0,197 *	0,134	-0,232 *	-0,140	-0,126			
CC/AC	-0,691**	0,691 **	0,912 **	-0,672 **	-0,554 **	0,306 **	-0,020			
CC/LC	-0,157*	0,157 *	0,550 **	-0,683 **	-0,221 *	0,434 **	0,078			
LC/AC	-0,414**	0,414 **	0,187 *	0,169	-0,237 *	-0,204 *	-0,112			

CP= comprimento padrão, CC= comprimento de cabeça; AC e LC = altura e largura do corpo tomadas no 1º raio da nadadeira dorsal. \* P<0,05 e \*\* P<0,01.

## 4.5 Crescimento ponderal

### 4.5.1 Peso corporal e idade

A função não-linear que melhor se ajustou aos dados de peso corporal e idade foi a logística e as estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos intervalos de confiança por grupo genético, estão na Tabela 6. A convergência ou não do modelo foi o critério inicial de ajuste. Para todos os grupos genéticos, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram superiores a 90%, o que mostra que o crescimento dos peixes foi estimado adequadamente e os grupos genéticos, gerados pelo cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui, apresentaram o mesmo comportamento geral.

Constata-se, na Tabela 6, que a maior estimativa de A foi apresentada pelos peixes do grupo genético TC (1244,0g) e a menor estimativa para o grupo PQ (813,3g). Com valores intermediários, os peixes TQ (1057,0) obtiveram maior peso do que PC (928g) nas últimas pesagens. As estimativas de A foram bem próximas aos de pesos obtidos pelos grupos PC (907,63g), TQ (1069,48g), TC (1273,06g) e PQ (846,59g) ao final do período de cultivo (Tabela 3), confirmando o bom ajuste do modelo Logístico. Quando o peso adulto do animal não é atingido, o parâmetro A reflete a estimativa do peso nas últimas pesagens (Freitas, 2007).

O parâmetro “K” representa a taxa de maturidade, ou seja, é a relação entre a taxa de crescimento relativo e o peso adulto do animal, assim quanto maior o valor de K, mais precoce é o animal (Elias, 1998; Mazzini et al., 2003). Os grupos genéticos diferiram ( $P < 0,05$ ) quanto a taxa de maturidade (Tabela 6), as menores estimativas de K foram obtidas pelos grupos TC (0,027) e PC (0,028) e as maiores pelos grupos TQ (0,034) e PQ (0,032), portanto, os peixes TQ e PQ mostraram-se mais precoces atingindo o ponto inflexão mais rapidamente que os peixes dos grupos TC e PC.

Observa-se na Figura 6 e de acordo com as estimativas dos parâmetros A e K, que os peixes do grupo TC foram mais pesados ao final do cultivo e do que todos os outros. A relação inversa entre a estimativa de peso adulto e a taxa de maturidade é bastante conhecida na literatura, mostrando que animais que apresentam grande peso adulto geralmente crescem a uma taxa relativamente menor que os animais de menor peso adulto, conforme citado em diversos trabalhos (Fitzhugh Junior, 1976; Carrijo & Moura, 1999; Freitas, 2005).

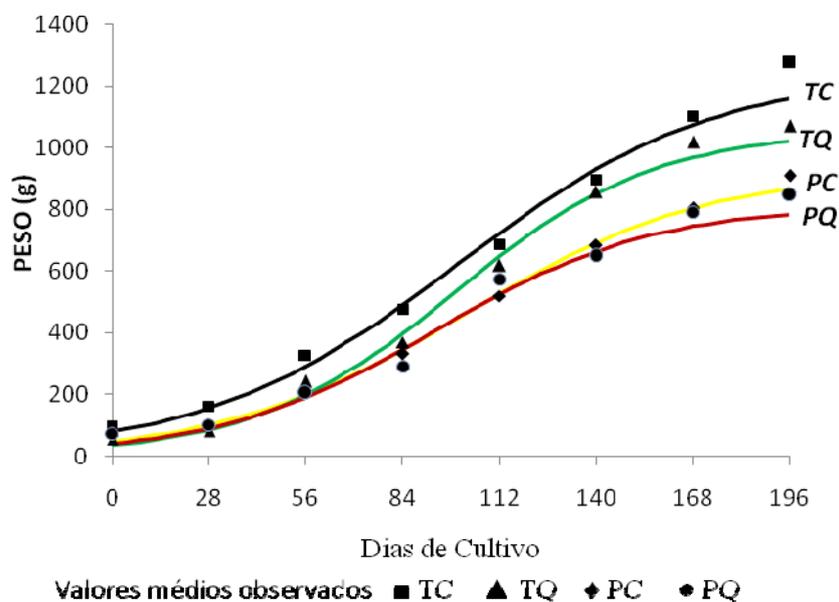


FIGURA 6 Modelo logístico ajustado para peso (g) em função do dia de cultivo, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.

TABELA 6 Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para peso corporal em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui.

Grupos Genéticos	Parâmetros		
	A	B	K
Puros			
PC	928,0 c	18,16 ab	0,028 b
TQ	1057,0 b	29,57 a	0,034 a
Híbridos			
TC	1244,0 a	14,86 b	0,027 b
PQ	813,3 d	19,57 ab	0,032 ab

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente. Estimativas seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si por não sobrepor seus intervalos de confiança 95% de probabilidade.

#### 4.5.2 Peso componente corporal e idade

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7, os grupos genéticos diferiram ( $P < 0,05$ ) quanto ao peso de vísceras e de cabeça nas últimas pesagens. A maior estimativa de A para peso de vísceras foi obtida pelos peixes do grupo genético TC (129,67g) e a menor pelos do grupo PQ (75,68g). Com valores de A intermediários aos dos híbridos, os peixes puros TQ (93,43g) e PC (94,38g) não diferiram entre si. Entretanto, por chegarem ao final do cultivo com pesos corporais diferentes, a quantidade de vísceras do PC foi percentualmente maior que a do TQ, como visto anteriormente na Tabela 3. Isto é também reforçado pela menor ( $P < 0,05$ ) estimativa de K obtida pelo grupo PC, sendo, portanto o crescimento de vísceras neste grupo mais tardio que no TQ, conforme ilustra a Figura 7A.

Com relação ao peso da cabeça, a maior estimativa de A foi verificada no grupo TQ (288,80), seguido pelo TC (269,9), PQ (191,3) e PC (162,60). Tanto puro, como híbridos, diferiram entre si ( $P < 0,05$ ) em termos de valores para o parâmetro K, com as maiores estimativas verificadas nos grupos TQ (0,033) e PQ (0,034) e as menores nos grupos PC (0,029) e TC (0,028). Assim, constatou-se que os produtos do cruzamento de Pacu e Tambaqui apresentaram, ao final do cultivo, peixes com cabeça mais pesada do que o Pacu. Porém mais leves do que a do Tambaqui, tendo o TC apresentado cabeça com peso mais próximo ao do TQ e a do PQ mais próximo a do PC. O crescimento da cabeça foi mais precoce no TQ e PQ e mais tardio no PC e TC, ou seja, os peixes dos grupos TQ e PQ atingiram mais rapidamente o seu peso máximo de cabeça do que aqueles pertencentes aos grupos PC e TC (Figura 7B).

TABELA 7 Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para vísceras (VIS) e cabeça (CAB) em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui.

	Grupos Genéticos	Parâmetros		
		A	B	K
41 Vísceras (VIS)	Puros			
	PC	94,38 b	18,23	0,033 ab
	TQ	93,43 b	28,58	0,044 a
	Híbridos			
	TC	129,67 a	14,92	0,030 ab
	PQ	75,68 c	18,68	0,030 b
Cabeça (CAB)	Puros			
	PC	162,60 d	20,03	0,029 b
	TQ	288,80 a	38,7	0,033 a
	Híbridos			
	TC	269,90 b	17,51	0,028 b
	PQ	191,30 c	22,53	0,034 a

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente. Estimativas seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si por não sobrepor seus intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

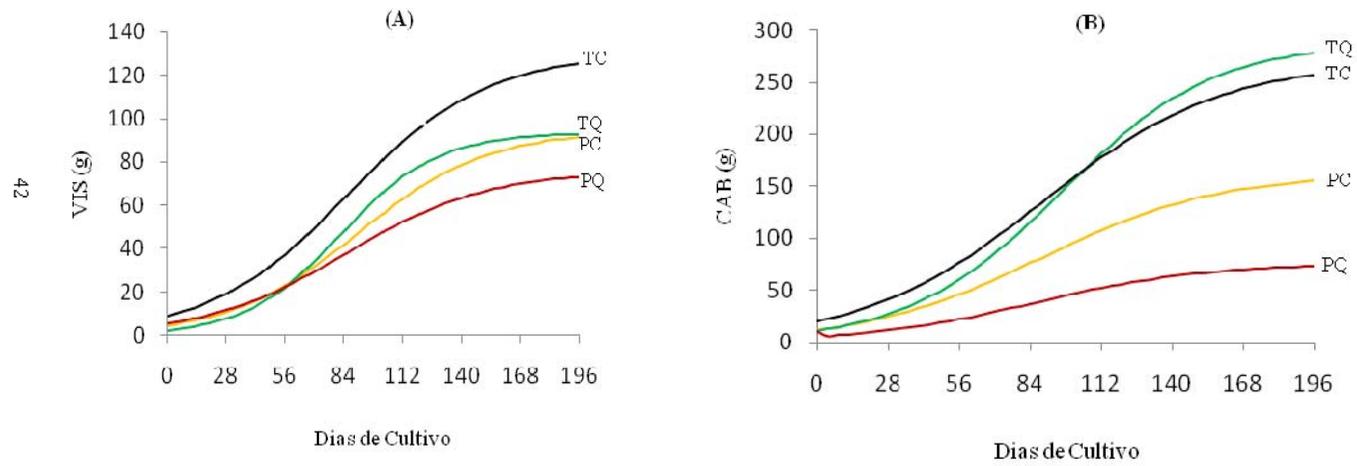


FIGURA 7 Modelo logístico ajustado para vísceras (A) e cabeça (B) em função do dia de cultivo, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.

Os grupos genéticos diferiram ( $P < 0,05$ ) quanto aos pesos do tronco e da cauda (Tabela 8). A maior estimativa de A para peso de tronco foi obtida pelos peixes do grupo genético TC (727,5g) e a menor pelos do grupo PQ (470,8g). Com valores de A intermediários aos dos híbridos, os peixes puros diferiram entre si, com o grupo PC (570,8g) apresentando maior peso de tronco ao final do cultivo do que o TQ (556,5g). Para esta parte do corpo o crescimento mais precoce foi demonstrado pelos peixes do grupo TQ (0,031) e mais tardio pelos peixes do grupo PC (0,025) e TC (0,023), conforme ilustra a Figura 8C.

A maior estimativa de A para peso de cauda foi verificada no grupo TC (188,4g), seguido pelo PC (147,9g), TQ (135,8g) e PQ (121,2g). Tanto puro, como híbridos, diferiram entre si ( $P < 0,05$ ) em termos de valores para o parâmetro K, com as maiores estimativas verificadas nos grupos TQ (0,039) e PQ (0,032) e as menores nos grupos PC (0,029) e TC (0,028). Assim, constatou-se que o crescimento da cauda foi mais precoce no TQ e mais tardio no PC e TC, ou seja, os peixes do grupos TQ atingiram mais rapidamente o seu peso máximo de cauda do que aqueles pertencentes aos grupos PC e TC (Figura 8D).

TABELA 8 Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para tronco (TRO) e cauda (CAU) em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui.

		Parâmetros		
Grupos Genéticos		A	B	K
44	Puros			
	PC	570,80 b	18,23	0,025 b
	TQ	556,50 c	28,58	0,031 a
	Híbridos			
	TC	727,50 a	14,92	0,023 b
	PQ	470,80 d	18,68	0,027 ab
Cauda (CAU)	Puros			
	PC	147,90 b	20,03	0,029 c
	TQ	135,80 c	38,7	0,039 a
	Híbridos			
	TC	188,40 a	17,51	0,028 c
	PQ	121,20 d	22,53	0,032 b

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente. Estimativas seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si por não sobrepor seus intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

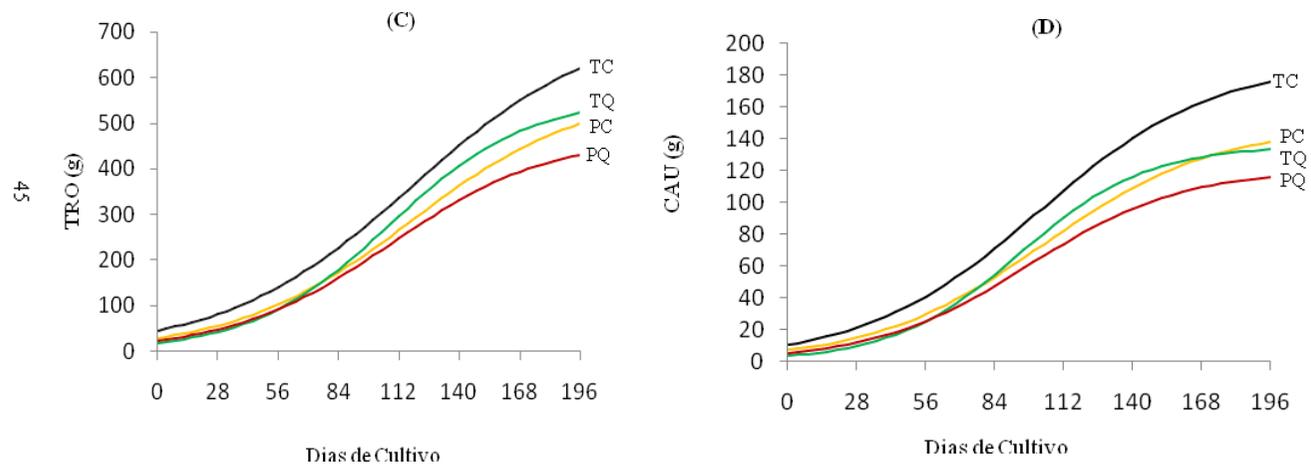


FIGURA 8 Modelo logístico ajustado para tronco (C) e cauda (D) em função do dia de cultivo, dos grupos genético: Pacu, Tambaqui, Tambacu e Paqui.

De maneira geral, os híbridos apresentaram entre si valores diferentes para os parâmetros A e K em todos os componentes corporais avaliados, indicando que os crescimentos em peso de vísceras, cabeça, tronco e cauda no híbrido produzido pelo cruzamento interespecífico de Pacu e Tambaqui, dependem de qual das espécies foi usada como fêmea ou macho no acasalamento.

A existência de padrões de crescimento diferenciado dos componentes do corpo pode trazer informações importantes sobre o objetivo da produção e a forma mais adequada de comercialização do peixe, visando a um maior retorno econômico. Por exemplo, comercializar o peixe inteiro eviscerado, seria interessante nos casos em que ocorra um maior crescimento assintótico, isto é, um maior peso ao abate. Essa forma de comercialização seria interessante para trabalhar com as espécies estudadas. Mas de acordo com a exigência do processamento os peixes são comercializados eviscerados e sem cabeça, que favorece a comercialização do TC pois atinge maior peso ao final do cultivo das partes comestível TRO e CAU. Os demais grupos genéticos atingiram proporções intermediárias em relação ao TC e TQ, sendo que o PC atinge pesos menores de cabeça ao final do cultivo. Este processamento é menos indicado para o TQ, uma vez que atinge pesos maiores de cabeça ao final do cultivo. Provavelmente, a forma de comercialização de peixes inteiros eviscerados seria mais oportuno para este grupo genético. Para a produção e comercialização de filés, seria mais indicada o TC, pois obteve maior desenvolvimento ao final do cultivo, ou seja, proporcionalmente tem maior peso corporal.

#### **4.6 Crescimento morfométrico**

A função não-linear que melhor se ajustou aos dados de medidas morfométricas e idade foi a logística e, as estimativas dos parâmetros do modelo por grupo genético para as medidas de CP e CC e de AC e LC, estão nas Tabelas

9 e 10, respectivamente. Para todos os grupos genéticos e medidas morfométricas, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram superiores a 85%, o que mostra que o crescimento morfométrico dos peixes foi estimado adequadamente.

Houve diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os grupos genéticos, quanto aos valores máximos de todas as medidas morfométrica ao final do cultivo (Figuras 9 e 10). As maiores estimativas de A para CP e AC foram obtidas pelos peixes do grupo genético TC (31,5 e 16,41 cm, respectivamente), para CC e LC os maiores valores foram apresentados pelos grupos TQ e PC, respectivamente. Os peixes dos grupos PC e PQ foram os que apresentaram as menores estimativas de A para as medidas CP (27,9 e 27,67cm) e AC (14,21 e 14,37cm), sendo que PC foi também o de menor CC (6,93cm).

O grupo TQ revelou-se como o mais precoce para todas as medidas morfométricas, exceto para o CC, para qual foi a mais tardia. Em geral, os híbridos foram mais tardios que os puros, isto é, atingiram seus valores máximo em crescimento em cada medida morfométrica, exceção da CC, com menor velocidade.

Observou-se, com relação às estimativas do parâmetro K, que híbridos diferiram significativamente somente nas medidas morfométricas CC e LC, sugerindo que, o crescimento para estas medidas, nos híbridos produzidos pelo cruzamento interespecífico de Pacu e Tambaqui, depende de qual das espécies foi usada como fêmea ou macho no acasalamento. Nesse caso, os híbridos oriundos do acasalamento de fêmea Tambaqui com macho Pacu (PC) apresentaram crescimentos mais precoces em CC e mais tardio em LC do que os oriundos do

TABELA 9 Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para comprimento padrão (CP) e comprimento de cabeça (CC) em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui.

		Parâmetros			
		Grupos Genéticos	A	B	K
48	Comprimento padrão (CP)	Puros			
		PC	27,93 c	1,54 b	0,017 ab
		TQ	30,47 b	1,87 a	0,018 a
		Híbridos			
		TC	31,50 a	1,55 b	0,016 b
		PQ	27,67 c	1,51 c	0,016 b
	Comprimento cabeça (CC)	Puros			
		PC	6,93 d	0,92	0,019 b
		TQ	9,69 a	1,44	0,019 b
		Híbridos			
		TC	8,68 b	1,16	0,024 a
		PQ	8,17 c	1,12	0,016 c

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente. Estimativas seguidas por letras minúsculas, na mesma coluna, diferem entre si por não sobrepor seus intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

TABELA 10 Estimativas dos parâmetros (A, B e K) do modelo de crescimento Logístico e seus respectivos intervalos de confiança (IC) para Altura (AC) e largura (LC) comprimento de cabeça em função da idade dos grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui.

	Grupos Genéticos	Parâmetros		
		A	B	K
49	Puros			
	PC	14,21 c	1,52 ab	0,017 ab
	TQ	15,35 b	1,86 a	0,019 a
	Híbridos			
	TC	16,41 a	1,38 ab	0,016 b
	PQ	14,37 c	1,34 b	0,016 b
Largura (LC)	Puros			
	PC	4,35 a	2,15 a	0,018 b
	TQ	4,10 b	2,11 a	0,021 a
	Híbridos			
	TC	4,10 b	1,38 b	0,017 c
	PQ	3,82 c	1,68 b	0,018 b

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente. Estimativas seguidas por letras minúsculas, na mesma coluna, diferem entre si por não sobrepor seus intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

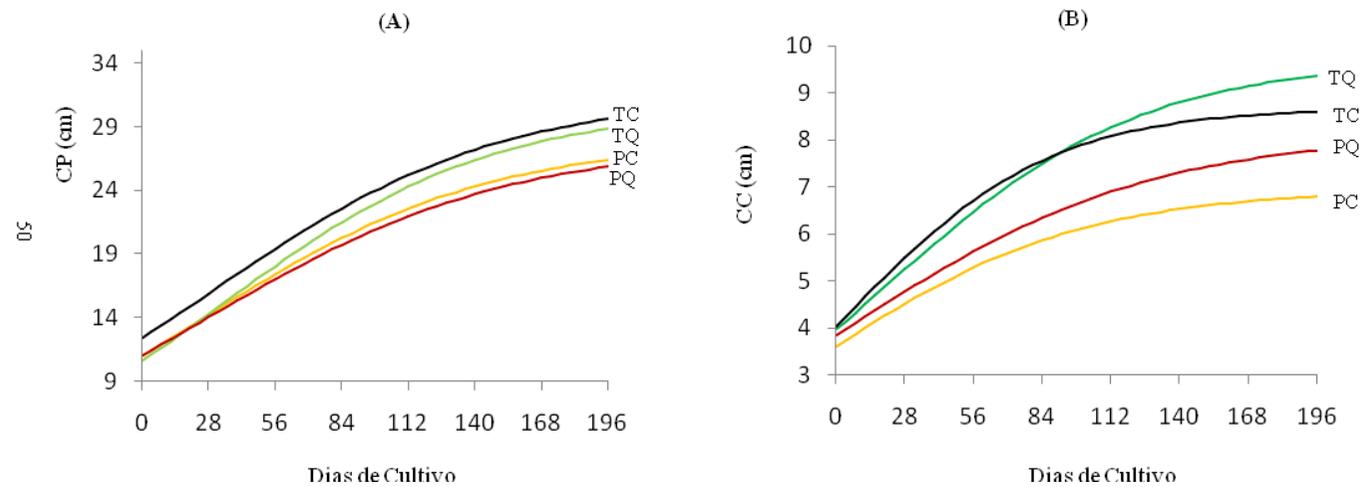


FIGURA 9 Modelo logístico ajustado para comprimento padrão (A) e comprimento cabeça (B) em função do dia de cultivo, modelo logístico de crescimento, dos grupos genético: Pacu (PC); Tambaqui (TQ); Tambacu (TC) e Paqui (PQ).

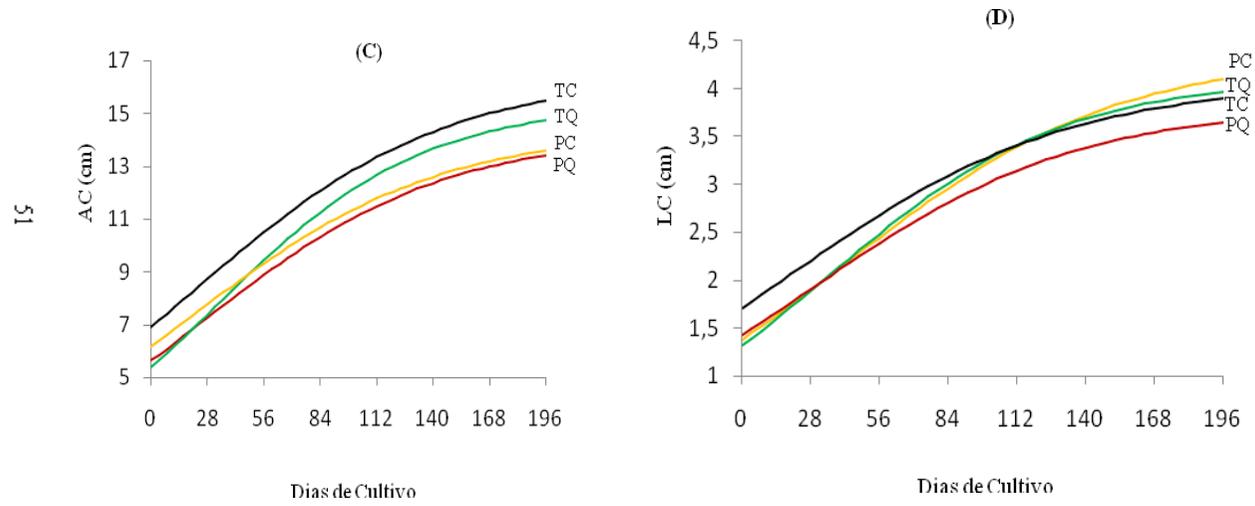


FIGURA 10 Modelo logístico ajustado para altura (C) e largura (D) em função do dia de cultivo, modelo logístico de crescimento, dos grupos genético: Pacu (PC); Tambaqui (TQ); Tambacu (TC) e Paqui (PQ).

acasalamento entre fêmea Pacu e macho Tambaqui. Além disso, ao final do cultivo, o híbrido TC foi dimensionalmente superior ao PQ em todas as medidas morfométricas avaliadas.

Em estudos com curvas de crescimento morfométrico de piracanjuba *Brycon orbignyan*, Gomiero et al. (2009) observaram que medidas máximas de comprimento de cabeça, comprimento padrão, largura e altura nos diferentes modelos estudados variaram entre 6,61 cm a 6,93 cm, 31,88 cm a 35,35 cm, 4,26 cm a 4,52 cm e 10,33 cm a 11,38 cm, respectivamente. Neste estudo observou-se que o TC apresenta maiores médias em CP e AC ao final do cultivo, mas são menos precoces em relação a estas variáveis. Já em relação ao CC, o Tambaqui atinge o maior valor ao final do cultivo e o Pacu obteve um menor comprimento ao final do cultivo, obtendo maior LC. E em ambas as medidas, o grupo genético do Tambacu é mais precoce, isto é, atinge o ponto de inflexão mais rapidamente.

Dessa forma, com base em estudos anteriores sobre morfometria, a altura do peixe, é tida como a medida mais importante para a determinação do peso de abate e do peso do filé de tilápias, indicando que a produção de carne está mais relacionada com a altura do peixe, segundo relatos de Gonçalves et al. (2001). Da mesma forma Freato (2005), constatou que as alturas tomadas no primeiro raio da nadadeira peitoral e dorsal, bem como o comprimento padrão, foram as medidas mais indicadas para a avaliação de carcaça em piracanjubas (*Brycon orbignyanus*). Boscolo et al. (2001) descreveram que as relações entre alturas e larguras de tilápias são importantes na caracterização da conformação do filé e concluíram que o aumento dessas relações contribui para um formato do corpo mais robusto.

Assim o TC é o que apresenta melhores características CP e AC para produção de carne e tem menor largura, por ser mais precoce para a o crescimento desta medida. Juntamente com o PQ, apresentam tamanho de cabeça intermediária. O TQ tem um crescimento maior para esta variável, que

interfere diretamente na conformação de filés. O menor tamanho é do PC, característica altamente correlacionada com rendimento de carcaça.

Em virtude da inexistência de pesquisas realizadas com o crescimento morfométrico de PC, TQ, TC e PQ, os resultados deste estudo foram comparados com um trabalho anterior realizado com tilápias por Santos et al. (2007) e, piracanjuba de Freato (2005) e Gomiero et al. (2009).

#### **4.7 Crescimento alométrico**

Os coeficientes de alometria ( $\beta$ ) dos pesos de vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduos em função do peso do peixe, de acordo com os grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui, estão apresentados na Tabela 11.

A partir do peso corporal, foram determinadas equações de regressão para estimar os desenvolvimentos relativos de vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduo. Os coeficientes alométricos variaram em função do grupo genético e para todos os componentes avaliados. As vísceras apresentaram coeficientes alométricos que caracterizam crescimento isogônico ( $\beta=1$ ) para todos os grupos genéticos, exceto para o PQ, que apresentou crescimento heterogônico positivo ( $\beta>1$ ). Portanto neste grupo genético o peso das vísceras cresceu em maior proporção que o peso corporal, enquanto que nos outros grupos estes crescimentos se deram na mesma proporção.

TABELA 11 Coeficientes de alometria dos pesos de vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduos em função do peso do peixe, de acordo com os grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre Pacu e Tambaqui.

Grupo Genético	Coeficientes de Alometria ( $\beta$ )					
	Vísceras	Cabeça	Filé	Costela	Pele	Resíduos
Puros						
PC	1,012	0,803*	1,158*	0,974	1,064*	0,956
TQ	0,938	0,902*	1,056*	1,007	1,112*	1,078*
Híbridos						
TC	0,981	0,840*	1,016	0,994	0,979	1,240*
PQ	1,147*	0,817*	1,123*	0,938*	1,122*	0,938*

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀Pacu x ♂Pacu), Tambaqui (♀Tambaqui x ♂Tambaqui), Tambacu (♀Tambaqui x ♂Pacu) e Paqui (♀Pacu x ♂Tambaqui), respectivamente.  $\beta \neq 1$  pelo teste de t a 95% de probabilidade (crescimento heterogônico positivo,  $\beta < 1$ , e negativo,  $\beta > 1$ ).

Em todos os grupos genéticos, os coeficientes alométricos para peso de cabeça foram menores que um ( $P < 0,05$ ), indicando crescimento heterogônico negativo. Isso revelando que tanto nos puros como nos híbridos a cabeça cresceu em menor proporção em relação ao peso corporal. Entretanto, observou-se que esse crescimento em menor proporção é menos acentuado no TQ, cujo valor de  $\beta = (0,902)$ , sendo o que mais se aproxima de um.

O crescimento alométrico do filé foi isogônico no TC e heterogônico positivo nos demais grupos genéticos, sendo mais acentuado no PC (1,158) e PQ (1,123). Isto significa que quanto maior o peso corporal maior foi a proporção de filé. Com relação ao crescimento da costela, este foi heterogônico negativo no PQ e isogônico nos demais grupos genéticos, ou seja, o peso da costela cresceu em menor proporção ao peso corporal no PQ, e nos demais ele cresceu na mesma proporção. Assim, os peixes dos grupos genéticos PC, TQ e TC mantiveram constante a proporção de costela durante todo o período de crescimento.

A pele cresceu em maior proporção que o peso corporal em quase todos os grupos genéticos estudados, exceto para o TC que apresentou crescimento alométrico isogônico ( $\beta = 1$ ) para este componente corporal.

À medida que se aumentou o peso corporal, a proporção de resíduos produzidos no processamento do pescado foi maior no TQ e TC (heterogônico positivo), menor PQ (heterogônico negativo) e a mesma no PC (isogônico).

Exceto para peso de cabeça, observou-se diferença nos valores dos coeficientes alométricos entre os híbridos para todos os componentes do peso corporal, indicando que a proporção na qual cresce cada componente no híbrido produzido pelo cruzamento interespecífico de Pacu e Tambaqui, depende de qual das espécies foi usada como fêmea ou macho no acasalamento. Assim, por exemplo, o híbrido oriundo de fêmeas Pacu apresentou crescimento heterogônico para filé, enquanto que no híbrido produzido a partir de fêmeas Tambaqui o crescimento do filé foi isogônico.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para o crescimento alométrico de vísceras do Pacu com ( $\beta > 1$ ), indicando que este grupo é heterogônico e os demais grupos são isogônicos. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Geri et al. (1995), os quais encontraram coeficientes alométricos,  $\beta > 1$  para as vísceras em relação ao peso corporal da carpa espelho (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) e comenta que as diferenças encontradas no crescimento alométrico das vísceras entre as tilápias-do-nylo e carpas comuns podem ser explicadas pela maturação sexual, que ocorre tardiamente nas carpas. Diferenças também foram observadas por Santos et al. (2006), onde as vísceras obtiveram crescimento heterogônico precoce ( $\beta < 1$ ) em duas linhagens de tilápias (supreme e tailandesa). O que pode ser atribuído ao fato de que os grupos genéticos terem taxas de maturidade diferentes.

Para coeficiente alométrico de cabeça, todos os grupos genéticos foram heterogônicos negativos ( $\beta < 1$ ). Freato (2009) observou em trabalho com três linhagens de tilápias que a cabeça apresentou desenvolvimento heterogônico precoce ( $\beta < 1$ ) para todas as linhagens e, comentou que pode ser este um indicativo da necessidade de se estabelecer uma maior eficiência de captura do alimento ainda nas fases mais jovens, a partir das quais o desenvolvimento da cabeça tende a ser menor do que do restante do corpo.

O coeficiente alométrico para o filé dos grupos genéticos do Pacu, Tambaqui e Paqui foram heterogônicos positivo ( $\beta > 1$ ) apenas o grupo do Tambaqui foi isogônico. Em relação à costela apenas o Paqui foi heterogônico negativo ( $\beta < 1$ ), para pele o Pacu e o tambaqui foram heterogônicos positivos ( $\beta > 1$ ) e para resíduos os grupos genéticos foram diferentes onde o Pacu foi isogônico ( $\beta = 1$ ) o Tambaqui e o Tambacu foram heterogônicos positivos ( $\beta > 1$ ) e o Paqui heterogônico negativo ( $\beta < 1$ ).

Em estudo (Santos et al., 2006) com diferentes linhagens de tilápia (supreme e chilatrada) observou-se que o crescimento alométrico da pele, filé sem pele e resíduos da filetagem apresentaram diferenças entre as duas linhagens. Para a pele, pôde-se observar um crescimento alométrico tardio na linhagem chilatrada e isogônico na Supreme. O oposto ocorreu para o filé, sendo de crescimento tardio para a Supreme e isogônico para a Chitralada. Já o resíduo da filetagem obteve crescimento alométrico precoce para a Chitralada e isogônico para Supreme (Santos et al., 2006). Geri et al. (1995) encontraram crescimento heterogônico tardio para o filé e a pele e crescimento heterogônico precoce para os resíduos da filetagem em relação ao peso corporal da carpa espelho. Isto ocorre devido a fases no crescimento animal em que determinados cortes da carcaça crescem mais que outros.

Em função de o tecido muscular ser o componente de maior importância econômica, torna-se fundamental conhecer o seu crescimento para a obtenção da melhor fase de desenvolvimento na qual os animais possam ser abatidos (Furusho-Garcia et al., 2001). Assim, nos grupos genéticos estudados, o Paqui e o Tambacu devem ser abatidos com pesos mais elevados, por garantirem maior desenvolvimento de costela e filé. Enquanto os demais grupos não têm seu rendimento de costela determinado pelo peso de abate.

O resíduo da filetagem mostrou desenvolvimento heterogônico precoce ( $\beta < 1$ ) para todas as linhagens, indicando que, com o crescimento dos peixes, o desenvolvimento desse componente corporal é inferior ao desenvolvimento do corpo, provavelmente devido ao desenvolvimento superior do filé com pele (Freato, 2005). No caso dos grupos genéticos estudados, como o Tambaqui e Tambacu ( $\beta > 0$ ), divergem apresentando crescimento heterogônico positivo que indica crescimento, com desenvolvimento maior de corpo. E o Paqui ( $\beta < 0$ ) apresenta crescimento heterogônico negativo indicando crescimento com desenvolvimento menor de corpo.

Observa-se que neste experimento os grupos genéticos do PC, TQ, TC e PQ diferiram alometricamente, apresentando crescimento heterogônico negativo para cabeça, o que significa que na fase adulta os peixes apresentaram desenvolvimento menor de cabeça em relação ao corpo. Com crescimento heterogônico positivo para filé e costela sendo isogônicos, com exceção do Paqui que é heterogônico negativo, verificou-se que as partes comestíveis apresentaram crescimento favorável e melhoria das porções de costela e filé.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos em cada estudo, pode-se concluir que:

### a) **Peso final e rendimentos dos componentes corporais**

Os híbridos apresentaram em média, maiores porcentagem de vísceras e de pele do que os puros ao final do cultivo, havendo heterose positiva e para rendimentos de carcaça eviscerada e filé, heterose negativa.

Os rendimentos de cabeça, costela e residuo dos puros e híbridos não diferiram entre si. A expressão fenotípica desses rendimentos provavelmente se deva a influência de genes de efeitos aditivos.

Os híbridos diferem em porcentagem de vísceras, carcaças, filé e pele, indicando que o desempenho dos híbridos para essas porcentagens dependem de qual espécie foi utilizada ( fêmea ou macho) no acasalamento que o originou. Em geral, os híbridos foram mais pesados ao final do cultivo e produziram carcaça de menor peso que os puros. O híbrido TC obteve peso 28,7 % maior do que média dos puros (heterose específica) e 16% maior do que a média do TQ.

### b) **Medidas morfométricas**

Os híbridos diferem dos puros no formato do corpo, apresentando em média uma largura menor, revelando uma heterose negativa. Para comprimento de cabeça e altura a heterose foi menor, porém positiva. No comprimento padrão a média foi similar aos puros, sugerindo que a expressão fenotípica dessa medida morfométrica seja controlada por genes de efeito aditivo. A heterose foi significativa e positivas para as razões morfométricas CC/CP (2,17%), AC/CP

(2,43%) e CC/LC (20%), significativa e negativa para LC/CP(-14,76%) e LC/AC (-16,79%). Para a razão CC/AC a heterose não foi significativa.

Os híbridos não diferem quanto às medidas e razões morfométricas, indicando não haver influencia do sexo das espécies sobre estas características nos híbridos produzidos.

De maneira geral, os híbridos originados do cruzamento entre Pacu e Tambaqui apresentaram um formato de corpo mais achatado e alto, com cabeça mais comprida quando comparados ao formato médios dos puros, independente da espécie que tenha sido usada acasalamento (fêmea ou macho).

#### **c) Crescimento ponderal**

De maneira geral, os híbridos apresentaram entre si valores diferentes para os parâmetros A e K em todos os componentes corporais avaliados. Indicando que os crescimentos em peso de vísceras, cabeça, tronco e cauda, dependem de quais espécies foram acasaladas ( fêmea ou macho).

#### **d) Crescimento morfométrico**

O grupo TQ revelou como o mais precoce para todas as medidas morfométricas, exceto para o comprimento de cabeça. Em geral, os híbridos foram mais precoces que os puros para comprimento de cabeça.

O híbrido TC foi dimensionalmente superior ao PQ, em todas as medidas morfométricas avaliadas.

#### **e) Crescimento alométrico**

Exceto para peso de cabeça, os valores dos coeficientes alométricos diferem entre os híbridos para todos os componentes do peso corporal, indicando

que a proporção na qual cresce cada componente do híbrido, depende das espécies acasaladas ( fêmea ou macho).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLENDORF, F. W.; LEARY, R. F.; SPRUELL, P.; WENBURG, J. K. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 16, n. 11, p. 613-622, Nov. 2001.
- 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.
- 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.
- BERNADINO, G.; ALCANTARA, R. C. G.; SENHORI, J. A. Procedimentos para a reprodução induzida e alevinagem do Tambaqui *Colossoma 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.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Tailandesa e Comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, set./out. 2001.
- BOWMAN, J. C. **An introduction to animal breeding**. London: E. Arnold, 1974. 20 p.
- BOYD, C. **Water quality management for ponds fish culture in developments in aquaculture and fisheries science**. 9. ed. New York: Elsevier, 1992. 1023 p.
- BRADFORD, G. E. The role of maternal effects in animal breeding: VII., maternal effects in sheep. **Journal of Animal Science**, Stanford, v. 35, n. 6, p. 1324-1334, 1972.

CAMPTON, D. E. Natural hybridization and introgression in fishes: methods of detection and genetic interpretations. In: RYMAN, N.; UTTER, F. (Ed.). **Population genetics and fishery management**. Seattle: University of Washington, 1987. p. 161-192.

CARACIOLO, M. S. B.; KRUGER, S. R.; BRANCO, F. J. C. C. Avaliação do rendimento de carne do Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Aquicultura Brasil, 2000. 1 CD-ROM.

CARACIOLO, M. S. B.; KRUGER, S. R.; COSTA, F. J. C. B. Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne do Tambaqui. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, n. 67, p. 25-29, out. 2001.

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.

CHEVASSUS, B. Hybridization in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 33, n. 4, p. 254-262, May 1983.

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

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

ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds and Nutrition**. 2. ed. Sacramento: Tec Rep, 1990. 1544 p.

EYO, A. A. Carcass composition and filleting yield of tem species from Kainji Lake: proceedings of the FAO expert consultation on fish technology in Africa. **Food and Agricultural Organization - Fish**, Rome, v. 467, p. 173-175, 1993. Supplement.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 279 p.

FARIA, R. H. S.; SOUZA, M. L. R. de; WAGNER, P. M.; POVH, J. A.; RIBEIRO, R. P. Rendimento do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) e do Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 21-24, jan./fev. 2003.

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

FREATO, T. A. **Rendimento no processamento e inter-relações na avaliação de carcaça de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849)**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FREATO, T. A. **Interação entre linhagens e plano nutricional em diferentes sistemas de cultivo de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 136 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PÉREZ, J. R. O.; BONAGURIO, S.; LIMA, A. L.; QUINTÃO, F. A. Percentagens de cortes na carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas com Texel, Ile de France e Bergamácia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1140-1142.

FURUYA, W. M.; GONÇALVES, G.; FURUYA, V. R. B.; HAYASHI, C. Fitase na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, maio/jun. 2001. Suplemento. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982001000400003&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982001000400003&script=sci_arttext&tlng=es)>. Acesso em: 10 fev. 2010.

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.

GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira Biologia**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 747-759, 1988.

GERI, G.; LUPI, P.; PARISI, G.; DELL'AGNELLO, M.; MARTINI, A.; PONZETTA, M. P. Morphological characteristics and chemical composition of muscle in the mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) as influenced by body weight. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 129, n. 2, p. 323-327, June 1995.

GOMIERO, J. S. G.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, V. B.; SILVA, F. F. da; RODRIGUES, P. B.; LOGATO, P. C. R. Curvas de crescimento morfométrico de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, maio/jun. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542009000300031&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000300031&lng=es&nrm=iso&tlng=es)>. Acesso em: 20 jan. 2010.

GONÇALVES, T. M.; ALMEIDA, A. J. L.; OLIVEIRA, H. N. Avaliação de características de carcaças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 38.

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

HAMMOND, J. **Growth and development of mutton qualities in the sheep**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1932. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=car>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

HOHENBOKEN, W. D. Maternal effects. In: CHAPMAN, A. B. **General and quantitative genetics**. Wisconsin: University of Wisconsin, 1964. v. 4, chap. 7, p. 135-147.

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.

HUXLEY, J. S. **Problems of relative growth**. London: Methuen, 1932. 577 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Manual de procedimentos para fiscalização das atividades relacionadas a óleos lubrificantes usados ou contaminados**. Brasília, 2008. 74 p.

KUBTIZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 82, p. 27-39, mar./abr. 2004a.

KUBTIZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos: parte 2. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 83, p. 13-23, maio/jun. 2004b.

LIMA, J. A. F. de; FERRARI, V. A.; MELO, J. S. C. de. 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.

MALCA, R. P. Situación. In: HERNANDEZ, A. (Ed.). **Cultivo de Colossoma**: del cultivo de Colossoma en Panamá. Guadalupe: Ed. Bogotá, 1989. p. 169-190.

MAZZINI, A. R. de. **Análise da curva de crescimento de machos Hereford considerando heterogeneidade de variâncias e autocorrelação dos erros**. 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

MIRANDA, M. O. T.; RIBEIRO, L. P. Características zootécnicas do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). In: MIRANDA, M. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 43-56. (Coleção Meio-Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

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).

PAULA, F. G. de. **Desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropomum*), de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *P. Brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados, na fase de engorda**. 2009. 65 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

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

PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. **Mixed-effects models in S and S-plus**. New York: Springer, 2000. 528 p.

POPMA, T. J.; PHELPS, R. P. Status report to commercial tilápia producers on monosex fingerling productions techniques. In: AQUICULTURA BRASIL, 10., 1998, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Aquicultura, 1998. p. 127-145.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Software.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: UFLA, 2000. 472 p.

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, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

SANTOS, C. L. **Estudo do desempenho, das características de carcaça e do crescimento alométrico de cordeiros da raça Santa Inês e Bergamácia**. 1999. 143 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, V. B. dos. **Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de Tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, V. B. dos; RILKE, T. D. F.; SILVA, F. F.; FREATO, T. 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.

SANTOS, V. B. dos; RILKE, T. D. F.; SILVA, F. F.; FREATO, T.; LOGATO, P. C. R. Crescimento relativo e coeficientes alométricos de componentes do corpo de linhagens de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 4, p. 357-364, out./dez. 2006.

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.

SCHWARTZ, F. J. **World literature to fish hybrids, with an analysis by family, species, and hybrid**. Sacramento: Tec Report, 1981. 507 p.

SCRIBNER, K. T.; PAGE, K. S.; BARTRON, M. L. Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v. 10, n. 4, p. 293-323, June 2001.

SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA. **Produção brasileira da aquicultura continental, por estado e espécie**. Curitiba, 2005. 34 p.

SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 891-896, Aug. 2001.

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 Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

TOLEDO-FILHO, S. A.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F.; FORESTI, F.; CALCAGNOTTO, D.; SANTOS, S. B. A. F.; BERNARDINO, G. **Programas genéticos de seleção, hibridação e endocruzamento aplicados à piscicultura**. São Paulo: CCS/USP, 1998. 56 p. (Cadernos de Ictiogenética, 4).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG - Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas**: manual do usuário. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2007. 59 p.

VERRETH, C.; PELEMANS, H.; VANDERLEYDEN, J.; MICHIELS, J.; D'HOOGHE, I. Caracterização do *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseoli gene NifA, um regulador positivo da expressão dos genes nif. **Archives of Microbiology**, São Paulo, v. 161, n. 5, p. 404-408, 1994.

WEIGENBERG, I.; CARRIÈRE, Y.; ROFF, D. A. Effects of male genetic contribution and paternal investment to egg and hatchling size in the cricket, *Gryllus firmus*. **Journal of Evolutionary Biology**, Lion, v. 11, n. 12, p. 135-146, Apr. 1998.