

**AVALIAÇÕES MORFOMÉTRICAS DE  
JUVENIS DE PACU (*Piaractus  
mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma  
macropomum*) E SEUS HÍBRIDOS**

**RAFAEL VILHENA REIS NETO**

**2007**

**RAFAEL VILHENA REIS NETO**

**AVALIAÇÕES MORFOMÉTRICAS DE JUVENIS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SEUS HÍBRIDOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Zootecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**

**Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007**

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

Reis Neto, Rafael Vilhena.

Avaliações morfométricas de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos / Rafael Vilhena Reis Neto.

Lavras : UFLA, 2007.

63 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras. 2007.

Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Bibliografia.

1. Pacu. 2. Tambaqui. 3. Híbridos. 4. Morfometria. 5. Heterose. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.3752

**RAFAEL VILHENA REIS NETO**

**AVALIAÇÕES MORFOMÉTRICAS DE JUVENIS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SEUS HÍBRIDOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Zootecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de outubro de 2007

Profa. Dra. Priscila Vieira Rosa Logato	UFLA
Prof. Dr. Luís David Solis Murgas	UFLA
Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues	UFLA
Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta	EPAMIG

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

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

## **DEDICO**

*Aos meus pais,  
Rafael Vilhena Reis Junior e Maria José da Silva Reis;  
Minhas irmãs,  
Elisa e Dinah,  
e meus sobrinhos,  
Thiago e João Gabriel.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade.

Ao Professor Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela orientação e amizade construída durante o período de orientação. Em especial à Professora Priscila e também ao Professor Murgas, pela coorientação.

Ao Professor Paulo Borges Rodrigues e à pesquisadora da Epamig, Maria Emília Pimenta, pelas sugestões.

À Fapemig, pelo apoio financeiro e ao CNPq, pela concessão da bolsa.

A todos meus familiares, pelo apoio, em especial ao meu tio, Dr. João Tomás, à Lizandra, por ser minha companheira em todas as horas e pela compreensão e carinho dedicados.

Aos colegas de pós-graduação: Ivan, Vander, Thiago e Erika, pela amizade e ajuda na condução do experimento, e aos demais colegas: Giovanni, Aline Assis, Adriano, Valquíria, Aline Callegari, enfim, a todos os membros do Naqua.

À Escola Federal Agrotécnica de Colatina, ES, pela parceria e aos colegas e professores da EFACOL, Moacyr e Marcelo.

Aos funcionários do setor de piscicultura, José Roberto e Eleci, pela ajuda.

A todos aqueles que, de alguma forma, estiveram envolvidos na condução e na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1 Características das espécies .....	3
2.1.1 Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ) .....	3
2.1.2 Pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ).....	5
2.1.3 Híbridos .....	6
2.2 Avaliação morfométrica corporal .....	7
2.3 Proporções das partes corporais.....	9
2.4 Heterose .....	11
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
3.1 Localização e período experimental .....	15
3.2 Material biológico, instalações e metodologia.....	15
3.3 Peso aos 140 dias .....	18
3.5 Proporções das partes corporais.....	20
3.6 Análise estatística dos dados.....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
4.1 Peso aos 140 dias .....	26
4.2 Avaliação morfométrica .....	29
4.3 Proporções das partes corporais.....	41
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>53</b>

## RESUMO

REIS NETO, Rafael Vilhena. **Avaliações morfométricas de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos.** 2007. 63 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG<sup>1</sup>.

Foi conduzido um experimento no setor de piscicultura da Escola Federal Agrotécnica de Colatina, ES, com o objetivo de avaliar o efeito do cruzamento de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e da heterose sobre as medidas morfométricas, proporções das partes corporais e peso de juvenis aos 140 dias de idade. Foram realizados os cruzamentos recíprocos, por meio de indução hormonal, entre um macho e uma fêmea de pacu com um macho e uma fêmea de tambaqui, de acordo com o seguinte sistema de acasalamentos: macho de pacu com fêmea de pacu (G1-pacu), macho de tambaqui com fêmea de tambaqui (G2-tambaqui), macho de pacu com fêmea de tambaqui (G3-tambacu) e macho de tambaqui com fêmea de pacu (paqui G4). Os ovos foram incubados separadamente, por grupo genético e, após cinco dias da eclosão, os alevinos foram transferidos para viveiros de terra especialmente preparados, a uma densidade de 200 alevinos/ m<sup>2</sup>. Ao completarem 140 dias de idade, 40 juvenis de cada grupo genético foram amostrados aleatoriamente, insensibilizadas e abatidos por anóxia e submetidos às seguintes medidas morfométricas em centímetros: comprimento e altura de cabeça (AC e CC), tomadas na região da cabeça; alturas e larguras A1 e L1, A2 e L2, A3 e L3, A4 e L4, tomadas na região da nadadeira peitoral, dorsal, anal e no menor perímetro do pedúnculo, respectivamente; distâncias D1, D2 e D3, tomadas entre as regiões usadas para medir as alturas e larguras e comprimento padrão (CP). Após a avaliação morfométrica, 20 dos peixes medidos de cada grupo genético foram eviscerados e seus corpos seccionados em três partes, cabeça, tronco e cauda, por meio de dois cortes verticais. O produto de cada uma dessas etapas foi pesado e os pesos utilizados no cálculo das seguintes porcentagens de cada componente corporal em relação ao peso de abate: porcentagem de carcaça com cabeça (PCCC), porcentagem de carcaça sem cabeça (PCSC), porcentagem de cabeça (PCAB), porcentagem de tronco (PTRON), porcentagem de cauda (PCAU) e porcentagem de vísceras (PVIS).

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA (Orientador); Priscila Vieira Rosa Logato – UFLA; Luís David Solis Murgas – UFLA (Co-orientadores).



Houve heterose ( $p < 0,05$ ) de 58,1% para peso dos juvenis, tendo o acasalamento do macho de pacu com a fêmea de tambaqui resultado nas progênies mais pesadas. Para as medidas das alturas da cabeça, A1, A2, A3 e A4, de CC e D2 dos juvenis houve heterose ( $p < 0,05$ ) de -8,8%, 6,78%, 8,81%, 6,27%, 2,53%, 4,09% e -10,75%, respectivamente; para as larguras, observou-se um efeito ( $p < 0,05$ ) da espécie de pacu e, para o CP, D1 e D3 um efeito ( $p < 0,05$ ) do tambaqui. Houve heterose ( $p < 0,05$ ) de -1,7, 5,1 e -3,3 para PCSC, PCAB e PTRON, respectivamente. De maneira geral, os juvenis de tambaqui apresentam conformação corporal superior ( $p < 0,05$ ) aos demais grupos genéticos com PCAB, PTRON de 29,36% e 41,96%, indicando maior eficiência na apreensão e no aproveitamento de alimento e, conseqüentemente, maior desenvolvimento.

## ABSTRACT

REIS NETO, Rafael Vilhena. **Morphometric evaluations of juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma Macropomum*) and their hybrids.** 2007. 63 p. Thesis (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG<sup>1</sup>.

An experiment was carried in the sector fish farm of the School of Escola Federal Agrotécnica de Colatina – ES, in order to evaluate the effect of the tambaqui (*Colossoma macropomum*) with pacu (*Piaractus mesopotamicus*) crossing on measures morphometric, body percentage and weight for juveniles to 140 days of age. The reciprocal crosses were accomplished with hormonal induction, between a male and a female of pacu with a male and a female of tambaqui according to the following crossing system: Male and female of pacu (pacu-G1), male the tambaqui with female of tambaqui (G2-tambaqui), male of the pacu with female tambaqui (G3 - tambacu) and male of tambaqui with female pacu (paqui G4). The eggs were incubated separately by genetic group and, after five days of the outbreak, the hatchery fish were transferred to pounds of land specially prepared for a density of 200 hatchery fish / m<sup>2</sup>. By completing 140 days of age, 40 juveniles of each genetic group were randomly sampled and slaughtered by anoxia and submitted to the following morphometric measured in centimeters: Length and height of head (AC and DC), taken in the region of the head, heights and widths L1 and A1, A2 and L2, and L3 A3, A4 and L4, taken in the region of the pectoral, dorsal, anal fin and the lower perimeter of the stalk respectively, distance D1, D2 and D3, taken between regions used to measure heights and widths, and standard length (CP). After evaluation morphometric, 20 fish measured for each genetic group were gutted and their bodies divided in three parts, head, trunk and tail, through two vertical cuts, and the product of each of these steps heavy and the weights used in the calculation of the following yield percentages of each component body in the weight of slaughter: percentage of carcass with head (PCCC), percentage of body without head (PCSC), percentage of head (PCAB), percentage of trunk (PTRON), percentage of tail (PCAU ) and percentage of offal (PVIS). There was heterosis ( $p < 0.05$ ) from 58.1% in weight of juveniles, and the crossing of pacu male with the female of tambaqui resulted in juvenile heavier. For the measures of the head

---

<sup>1</sup>Guidence Committee: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA (Adviser); Priscila Vieira Rosa Logato – UFLA; Luís David Solis Murgas – UFLA (Co-adviser).

heights, A1, A2, A3 and A4, CC and D2 of juveniles There was heterosis ( $p < 0.05$ ) of -8.8%, 6.78%, 8.81%, 6.27 %, 2.53%, 4.09% and -10.75% respectively; for widths there was an effect ( $p < 0.05$ ) of the pacu species, and the CP, D1 and D3 an effect ( $p < 0.05$ ) of tambaqui. There was heterosis ( $p < 0.05$ ) of -1.7, 5.1 and -3.3 for PCSC, PCAB and PTRON respectively. In general the youth of tambaqui have their body conformation higher ( $p < 0.05$ ) to the other genetic groups with PCAB, PTRON of 29.36% and 41.96%, indicating greater efficiency in catching and advantaging of food and therefore further development.

## 1 INTRODUÇÃO

O país possui inúmeras bacias hidrográficas e grande diversidade de espécies nativas com potencial produtivo para crescimento rápido, boa conversão alimentar, rusticidade e demanda de mercado.

Na escolha da espécie para o cultivo, devem-se considerar alguns fatores importantes, 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. Nesse sentido, os peixes redondos ocupam lugar de destaque na aquicultura de águas continentais do país, e a soma da produção das espécies pacu e tambaqui e do híbrido tambacu alcança o segundo lugar nacional com quase 45.000 toneladas, atrás somente da tilápia (67.850 toneladas), segundo a Brasil (2005).

Diversos autores relatam que a criação do tambaqui em sistema semi-intensivo apresenta ótimos resultados com relação à taxa de crescimento, podendo chegar, em 15 meses, ao peso médio final de 1.800g e sobrevivência de 100%, a uma densidade de um peixe/m<sup>2</sup>. Entretanto, esta espécie é de origem da bacia do rio Amazonas, adaptada a altas temperaturas durante todo o ano. Existe, assim, dificuldade do seu cultivo na região Sudeste, devido aos períodos de frio, quando a temperatura da água facilmente fica abaixo de 17°C, resultando em baixo crescimento e mortalidade. Por outro lado, o pacu é originário das bacias dos rios Paraguai (Pantanal Mato-grossense) e do Prata (que drena os rios Grande, Paraná e Tietê), apresentando boa tolerância ao clima do Sudeste e Sul do país, mas tem desempenho menor que o tambaqui.

A forma externa do corpo do peixe (morfometria) tem grande importância na escolha do processamento realizado pela indústria, influenciando nas operações de decapitação, evisceração e limpeza geral, por métodos manuais

e mecanizada; 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 e de congelamento na indústria (Contreras-Guzmán, 1994).

O pacu e o tambaqui, além de apresentarem adaptabilidade reprodutiva por serem da mesma subfamília e família (*Myleinae e Characidae*) e apresentarem o mesmo número de cromossomos ( $2n = 54$ ), são peixes que têm suas técnicas de cultivos e de reprodução bem dominadas. Portanto, o cruzamento entre as duas espécies tem sido normalmente utilizado nas pisciculturas da região Sudeste, revelando a superioridade dos híbridos para desempenho produtivo.

Entretanto, faltam estudos que avaliem os efeitos do cruzamento entre estas espécies e da heterose sobre as medidas morfométricas e rendimentos corporais de seus produtos. Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do cruzamento de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a heterose sobre as medidas morfométricas e as proporções das partes do corpo e peso de juvenis, aos 140 dias de idade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características das espécies

**Ordem:** Characiforme

**Família:** Characidae

**Subfamília:** Myleinae

**Gêneros:** *Colossoma* (tambaqui) e *Piaractus* (pacu).

O pacu, o tambaqui e seus híbridos são os peixes redondos de maior importância para a piscicultura comercial no Brasil e também estão presentes em países vizinhos, como é o caso do pacu, cultivado no Paraguai e na Bolívia, e do tambaqui, nativo e cultivado no Peru, na Colômbia e na Venezuela. São peixes reofílicos (percorrem longas distâncias durante o período reprodutivo e realizam a desova total na época da piracema) de crescimento rápido (podendo atingir entre 1 e 1,5kg de peso no primeiro ano de cultivo) e de hábito alimentar diversificado (no 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 a rápida popularização do cultivo desses peixes (Souza, 1998).

#### 2.1.1 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui, com produção de 25.000 toneladas em 2005 (Brasil, 2005), é a principal espécie de importância comercial da Amazônia. Na natureza, pode atingir até 30 quilos, É de fácil produção de alevinos e rápido crescimento,

sendo cultivado em todo o Brasil, com limitações nas regiões Sul e Sudeste, onde a água pode atingir temperaturas abaixo dos 17°C, no inverno. O cultivo está concentrado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde o clima é favorável e possui boa aceitação no mercado (Souza, 1998).

Seu hábitat é caracterizado por águas ricas em nutrientes com temperatura médias entre 25°C e 34°C, sendo capaz de resistir a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (até 1 mg/L), segundo Val et al. (1995). A alimentação natural da larva consiste em zooplânctons (cladóceros e copépodes) e, na fase de juvenil, predam invertebrados, passando a incorporar pequenas sementes na alimentação. Quando adultos, possuem dentes molariformes que lhe permitem triturar frutos, castanhas, sementes e caramujos, dentre outros alimentos que compõem sua dieta natural.

A reprodução do tambaqui em viveiros, como a maioria das espécies migradoras, é induzida por hormônios sintéticos ou extrato seco de hipófise. Segundo protocolo sugerido por Pinheiro & Silva (1988) e Hernández et al. (1992), a fêmea desova após 200 a 300 horas-grau e os ovos devem ser incubados a uma taxa de estocagem 2 g/l ou 3.000 ovos/l; o tempo de incubação varia com a temperatura, sendo os ovos sensíveis a elevações superiores a 30°C. As larvas podem ser transferidas para tanques adubados após 4 a 6 dias da eclosão, a uma densidade de até 700 larvas/m<sup>3</sup>.

A criação em sistema semi-intensivo apresenta ótimos resultados com produção dividida em duas fases: recria (60 dias) e engorda (240–300dias), alimentados com frequência de quatro vezes ao dia, por meio de uma ração com 34% de proteína na fase de recria e de duas vezes ao dia com ração de 28% na fase de engorda. A densidade na fase de recria é de 10 peixe/m<sup>2</sup>, com peso médio final de 45g e sobrevivência de 75% na região Sudeste (Melo & Pereira, 1994); na região Norte, é de 5 peixes/ m<sup>2</sup>, com peso final médio de 165 g e sobrevivência de 100% (Ferrari , 1991). Na fase de engorda, a densidade é de 1

peixe/m<sup>2</sup>, com peso médio final de 1.000g em um ano e sobrevivência de 100% (Souza, 1998). No Nordeste, 1 peixe/m<sup>2</sup>, com peso final médio, em 15 meses, de 1.800g e sobrevivência de 100% (Silva, 1980).

Não há muitos estudos descrevendo as formas do corpo e os rendimentos corporais desta espécie. Entretanto, Contreras-Guzmán (1994) aponta os peixes com formato de torpedo (fusiformes) como sendo melhores em rendimento que peixes comprimidos dos lados (redondos).

### **2.1.2 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**

O pacu, anteriormente classificado como *Colossoma mitrei* (Berg, 1895), é originário das bacias dos rios Paraguai (Pantanal Mato-grossense) e Prata (que drena os rios Grande, Paraná e Tietê), atingindo 20 quilos na natureza (Souza, 1998). É uma das espécies nativas mais cultivadas no país, muito apreciada nos pesque-pagues espalhados nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. O consumo é mais restrito aos estados da região Centro-Oeste, principalmente o Mato Grosso e o Mato Grosso do Sul, onde a pesca do pacu é abundante. Sua disponibilidade para a piscicultura vem aumentando e popularizando o consumo em outras regiões, chegando a uma produção nacional de 9.044 toneladas em 2005 (Brasil, 2005). Recebe nomes diferentes de região para região, como caranha, pacu-caranha ou pacu-guaçu.

O pacu resiste a concentrações de oxigênio de 3mg/L e tem boa tolerância ao clima do Sudeste e Sul do país (Ferraz de Lima, 1988). Seu crescimento é prejudicado sob temperaturas inferiores a 22°C (Bernadino, 1986). A alimentação natural das larvas consiste em cladóceros preferencialmente; na fase de juvenil se alimentam de invertebrados, passando a incorporar pequenas sementes na alimentação. Quando adulto, como o tambaqui, também possui



dentos molariformes, que auxiliam na trituração de frutos, sementes, caranguejos e outros tipos de alimentos naturais.

O período de reprodução varia de outubro a março, com a primeira reprodução ocorrendo aos três anos de idade e sendo os reprodutores utilizados até os oito anos.

O pacu se reproduz em viveiros por estímulo hormonal (Bernadino et al., 1988) e a indução é feita com hormônios sintéticos ou extrato seco de hipófise. Segundo protocolo sugerido por Bernadino et al. (1988), a fêmea desova após 275 horas-grau, no Sudeste e os ovos são incubados a uma taxa de estocagem de 3.000 ovos/L. O tempo de incubação varia de 18 a 22 horas, à temperatura de 22°C a 28°C. As larvas podem ser transferidas para viveiros com 4-5 dias após eclosão, a uma densidade de 100 a 250 larvas/m<sup>2</sup> (Bernadino et al., 1988).

A criação em sistema semi-intensivo apresenta ótimos resultados e segue as mesmas recomendações feitas para a criação do tambaqui; na fase de engorda, a densidade é de 1 peixe/m<sup>2</sup>, com peso médio final, em 15 meses, de 1.500g e sobrevivência de 95%.

Essa espécie possui cabeça relativamente pequena e comprimento total de 82cm para peixes de 18,5kg de peso vivo (Furuya, 2001), mas também não há relatos sobre rendimentos e formas corporais.

### **2.1.3 Híbridos**

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 têm 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).

Diversos autores relatam que o tambacu, oriundo do cruzamento de machos de pacu com fêmeas de tambaqui, foi obtido inicialmente pelo Centro de Pesquisa e Treinamento em Aqüicultura (CEPTA). Ele tolera melhor as baixas temperaturas dos meses de inverno nas regiões sul e sudeste, além de apresentar crescimento mais rápido que o pacu. No ano de 2005, a produção nacional da dessa espécie superou a maioria da produção das espécies cultivadas no Brasil, inclusive a do pacu, atingindo 10.874 toneladas (Brasil, 2005).

Nakaghi et al. (1997) observaram a presença de gametas bem desenvolvidos nas gônadas de machos e fêmeas do híbrido tambacu, sugerindo ser possível o cruzamento entre esses híbridos e as espécies originais, o que realmente tem sido comprovado em algumas pisciculturas. Além disso, Vidal Jr. et al. (1998) também relataram casos de disfunções das gônadas, como hermafroditismo no tambacu. O cultivo desta espécie em viveiros, na densidade de 1 peixe/m<sup>2</sup>, pode produzir peixes de até 2.212g, em 430dias (Melo & Pereira, 1994).

O paqui, produto do cruzamento de machos de tambaqui com fêmeas de pacu, possui hábitos alimentares idênticos aos dos seus ancestrais, com características gerais, como formato, porte e cor amarelada, próximas às do pacu (fêmea), que lhe deu origem (Furuya, 2001).

Também não há relatos sobre as formas e rendimentos corporais desses híbridos e nem comparações desses parâmetros com suas espécies de origem.

## **2.2 Avaliação morfométrica corporal**

Huang & Liao (1990) afirmam que, do ponto de vista econômico, o mais importante parâmetro a ser melhorado em um programa de seleção é o

crescimento, que tem como um dos componentes o formato do corpo, expresso por medidas ou índices morfométricos (Reist, 1985).

A forma do corpo tem grande importância na escolha dos equipamentos para pesca, estocagem e processamento na indústria, uma vez que pode influenciar nos seguintes pontos: a) operações de decapitação, evisceração e limpeza geral por métodos manuais e mecanizados; b) dimensionamento das caixas, prateleiras, câmaras e outros implementos para a armazenagem a bordo; c) adequação e no rendimento da carne, quando pré-processada na forma de corpo limpo, postas ou filés; d) velocidade de resfriamento com gelo e de congelamento, a bordo ou na indústria (Contreras-Guzmán, 1994).

Quanto à forma anatômica do corpo, Eyo (1993) realizou um estudo com dez espécies de peixes e constatou que o rendimento do processamento é um reflexo da estrutura anatômica, ou seja, peixes com cabeça grande em relação ao corpo apresentam menor rendimento na filetagem, comparados aos de cabeça pequena. As relações largura/comprimento e largura/altura representam a conformação de filé, indicando que os peixes são mais robustos quando essas relações são elevadas (Boscolo et al., 2001).

Segundo Contreras-Guzmán (1994), os peixes com forma de torpedo apresentam rendimentos altos devido à massa muscular cilíndrica. Os atuns (*Tunnus* spp.), bonitos (*Syngnathidae* sp.), sardinhas (*Sardinella brasiliensis*), curimatás (*Prochilodus lineatus*) e outros fusiformes têm rendimento de filé com pele superior a 54%. Os fusiformes alongados, como a sororoca e a bicudinha (*Sphyraena guachancho*), também dão rendimentos elevados; entretanto, peixes comprimidos, como a corvina (*Micropogonias furnieri*), o pargo (*Pargus pargus*) e a tilápia (*Oreochromis* sp.), estão entre as espécies de rendimento mais baixo (inferior a 42%).

Santos et al. (2003), trabalhando com alevinos de tilápia, observaram que maior relação comprimento-da-cabeça/comprimento padrão é desejável

nessa fase, pois ela pode ser indicativa de maior busca e captura de alimentos, além de maior capacidade respiratória. Não existem muitas pesquisas sobre as medidas morfométricas de peixes nas fases iniciais de vida, pois não seria interessante, do ponto de vista de produção, estudar a forma do corpo de animais deste porte. No entanto, é importante determinar se há efeito ou não de heterose, assim como se existe uma influência de alguma das espécies ou de algum dos sexos sobre essas medidas, no sentido de observar os efeitos genéticos nos cruzamentos estudados. Desse modo, podem-se estabelecer relações ou correlações desses efeitos com efeitos observados para peixes de maior porte por meio de pesquisas futuras e, assim, planejar estratégias para melhorar as medidas corporais destas espécies.

### **2.3 Proporções das partes corporais**

Os estudos de carcaça de peixe têm grande importância, do ponto de vista econômico e de produção, tornando possível fazer uma estimativa da produtividade, tanto para o piscicultor como para a indústria de processamento de pescado. Embora seja extremamente importante a qualidade nutricional do pescado, também é necessário verificar o rendimento de carcaça (Souza et al., 1999).

Contreras-Guzmán (1994) adota a expressão carcaça ou tronco limpo para a parte útil dos pescados pronta para o consumo e ou industrialização, ou seja, o tronco sem cabeça, vísceras, nadadeiras, porém, com a coluna vertebral e a pele sem escamas. Já Mandelli & Lona (1978) consideram como tronco limpo o peixe inteiro, apenas sem as vísceras e cabeça, e Souza et al. (1999) determinaram como tronco limpo, o tronco sem vísceras, cabeça, pele e nadadeiras. Clement & Lovell (1994) determinaram a carcaça como sendo o tronco sem cabeça, vísceras e pele, ao passo que Pouey & Stingeling (1996) a

definem como peixe inteiro eviscerado. No entanto, até poucos anos atrás, ainda não existia uma padronização para a determinação da carcaça de pescado (Souza et al., 1999).

Contreras-Guzmán (1994) descreve, em uma revisão bibliográfica, valores de rendimento de partes comestíveis de 29 espécies marinhas e 13 fluviais. Segundo o autor, o corpo limpo (sem cabeça, vísceras e nadadeiras) representa, em média, 62,6% do peso dos peixes marinhos e de água doce. Já para o rendimento de filé com pele de ambos os grupos, encontram-se entre 32,8% e 59,8%, com média de 50,5%. Com a retirada da pele para o preparo do produto mais elaborado, reduz-se o rendimento para 43,0%, visto que a pele perfaz, em média, 7,5% do peso dos peixes teleósteos.

Contreras-Guzmán (1994) afirma que, além da cabeça, os resíduos são formados pelas nadadeiras, pele e vísceras. Nos peixes ósseos, as vísceras perfazem em torno de 11% do peso dos peixes inteiros, sendo comparativamente menos volumosas que as dos animais terrestres. Os resíduos perfazem uma porcentagem muito alta de materiais de qualidade nutricional razoavelmente boa que devem ser aproveitados como farinha ou silagem, para diminuir os custos e a poluição. Segundo o mesmo autor, a pele é importante porque várias espécies são comercializadas sob a forma de filé com pele e há um interesse crescente em aproveitá-la como matéria-prima de curtume. As escamas dos peixes são formadas por queratina, provavelmente calcificadas, portanto, semelhantes às penas das aves, não sendo assimiladas pelo organismo animal e, por não sofrerem decomposição biológica, causam sérios problemas de entupimento no sistema de eliminação de efluentes.

Segundo Souza et al. (1999), outros fatores ligados à matéria-prima, como espécie, idade ou peso de abate, sexo e desenvolvimento gonadal, também influenciam diretamente no rendimento de carcaça, assim como diferenças genéticas e ambientais (Rutten et al., 2004).

Para juvenis de peixes, as proporções das partes do corpo podem estar diretamente ligadas ao desempenho futuro desses peixes, ou seja, pode-se sugerir que juvenis com maior porcentagem de tronco em relação ao resto do corpo têm maior capacidade digestiva, devido à posição dos órgãos responsáveis por esta operação, assim como a porcentagem de vísceras pode refletir no aproveitamento dos alimentos. A porcentagem de cabeça também é importante nesta fase, para ser relacionada com a captura de alimento.

#### **2.4 Heterose**

O termo “heterose” foi sugerido, inicialmente, por Shull (1914) e, de acordo com a definição original, constituía uma medida relativa da média das linhagens paternas, referindo-se, assim, a qualquer afastamento da aditividade nas populações cruzadas (Bowman, 1959). Outros autores referem-se à heterose como o aumento do vigor da progênie em relação ao dos pais, quando indivíduos não aparentados são acasalados (Bowman, 1959; Lasley, 1978).

Segundo Pereira (2004), utiliza-se o termo heterose ou “vigor híbrido” para caracterizar a superioridade média dos filhos em relação à média dos pais, independente da causa. Ele se aplica, ainda, ao fenômeno no qual a descendência de acasalamentos entre linhagens consangüíneas, ou entre populações de raças puras, apresenta desempenhos superiores à média das duas populações, excedendo a melhor destas.

Pereira (2004) descreve três tipos de heterose: materna é aquela que é atribuível à utilização de fêmeas cruzadas em vez de puras; heterose paterna seria qualquer vantagem na utilização de reprodutores cruzados versus puros sobre a performance da progênie, por último, e a que mais interessa neste trabalho, é 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.

A heterose pode ser explicada geneticamente de três maneiras. A teoria da “dominância favorável”, segundo Bowman (1974), estabelece que a geração F1, provavelmente, contém uma proporção mais alta de genes favoráveis do que qualquer um dos pais. Os recessivos indesejáveis são inteiramente mascarados devido à heterozigose.

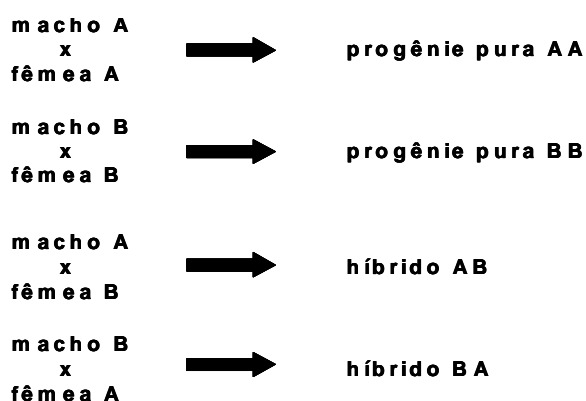
Pereira (2004), em outra teoria, da “epistasia”, supõe a interação de genes não alélicos. Um gene de um *locus*, junto com outro de *locus* diferente, resultaria em um efeito mais favorável do que aqueles situados no mesmo *locus*. Neste caso, a heterose pode ser o resultado de diferentes genes de qualquer uma das duas raças, interagindo no cruzamento e passando para a progênie.

A teoria da “sobredominância”, segundo Pereira (2004), sugere que o heterozigoto é superior a qualquer dos homozigotos porque tem maior versatilidade bioquímica, com maior número de genes e diferentes tipos de sistemas enzimáticos. Haveria uma complementariedade fisiológica, com o alelo dominante produzindo uma substância “x” e o alelo recessivo uma substância “y” e o heterozigoto teria maior vigor pela maior versatilidade (Pereira, 2004).

Parece altamente provável que não haja 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 heterose de uma característica pode ser estimada simplesmente pela diferença entre a média desta característica da geração paterna e a média desta característica das progênies. Porém, muitas vezes, não é possível medir uma determinada característica na geração paterna ou, então, não foi registrada a medida desta característica para futuras comparações.

Nesse sentido, Pereira (2004) propõe a determinação do grau de heterose por meio 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 (Figura 1). Dessa 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, podem-se comparar os dois híbridos ou a média destes, diretamente com as progênies puras de mesma idade e possivelmente criadas no mesmo ambiente.



$$H_{AB} = \frac{\mu_{AB} + \mu_{BA}/2 - \mu_{AA} + \mu_{BB}/2}{\mu_{AA} + \mu_{BB}/2} \times 100$$

Onde:

$H_{AB}$  = grau de heterose na geração F1.

$\mu_{AB}, \mu_{BA}$  = média da geração F1 (híbrido).

$\mu_{AA}$  = média do grupo genético A

$\mu_{BB}$  = média do grupo genético B

FIGURA 1 Esquema do cruzamento recíproco entre os grupos genéticos A e B e estimação do grau de heterose.



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 à produção de um indivíduo que apresenta bom desempenho para estas duas características.

Segundo Gauruti (1988), 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.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

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

O experimento foi conduzido no Setor de Aquicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina (EAFCOL – ES), a 17 km de Colatina, no estado do Espírito Santo, a 19°30' de latitude Sul e 40°20' de longitude Oeste. A temperatura média anual é de 28°C, com máxima e mínima de, aproximadamente, 33°C e 21°C e altitude de 38m. O experimento foi realizado no período de dezembro de 2006 a abril de 2007 (140 dias).

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

Foram utilizados, para arealização desta pesquisa, juvenis de tambaqui, pacu, tambacu e paqui (grupos genéticos), produzidos pela indução hormonal de um macho e uma fêmea de tambaqui, e um macho e uma fêmea de pacu. Seguiu-se o protocolo descrito por Andrade & Yasui (2003): aplicação intramuscular de extrato seco de hipófise de carpa na dosagem de 0,5 mg/kg na primeira dose e 5,0 mg/kg na segunda dose para as fêmeas, e nos machos 0,5 mg/kg, em dose única, junto à segunda dose das fêmeas. Doze horas depois foram retirados os gametas, por meio de pressão na cavidade celomática dos peixes e realizadas as fertilizações de acordo com o seguinte esquema de acasalamentos: macho de pacu com fêmea de pacu (G1-pacu), macho de tambaqui com fêmea de tambaqui (G2-tambaqui), macho de pacu com fêmea de tambaqui (G3-tambacu) e macho de tambaqui com fêmea de pacu (paqui) (Figura 2). Os ovos foram incubados separadamente, por grupo genético e, após cinco dias da eclosão, os alevinos foram transferidos para viveiros de terra especialmente preparados para uma

densidade de 200 alevinos/m<sup>2</sup>, sendo também um viveiro para cada grupo genético.

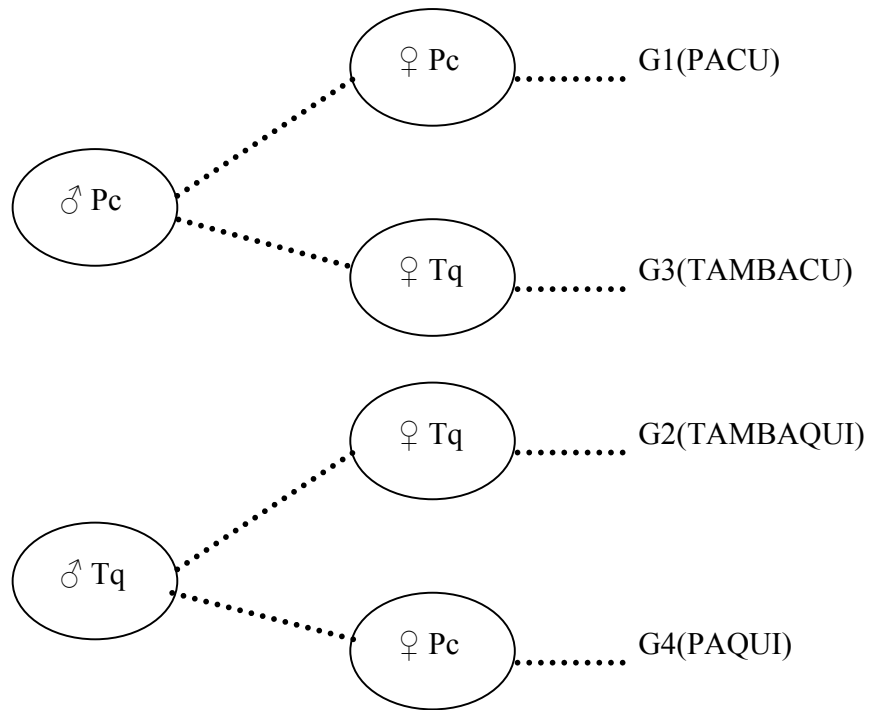


FIGURA 2 Esquema de cruzamento recíproco entre as espécies pacu (Pc) e tambaqui (Tq).

As características de importância para reprodução (peso, idade, e produção de gametas) dos reprodutores e matrizes de cada espécie, assim como as taxas de fertilidade e sobrevivência larval do produto de cada cruzamento realizado estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 Peso e idade dos machos e fêmeas de pacu e tambaqui, e volume seminal dos machos e peso da desova das fêmeas de pacu e tambaqui

Parâmetros	Macho		Fêmea	
	Pacu	Tambaqui	Pacu	Tambaqui
Peso (kg)	4	12	3	15
Idade (anos)	3	8	3	8
Volume seminal (ml)	0,5	1		
Peso da desova (g)			0,3	1,2

TABELA 2 Taxas de fertilidade e sobrevivência larval dos produtos dos cruzamentos do pacu e tambaqui: pacu e tambaqui (puros), tambacu e paqui (híbridos)

Parâmetros reprodutivos	Pacu	Tambaqui	Tambacu	Paqui
Taxa de fertilidade (%)	80	70	80	70
Taxa de sobrevivência (%)	70	65	80	70

Os peixes foram alimentados com uma ração comercial (extrusada e moída) com 55% de PB e fornecida à base de 18% da biomassa, com frequência de 3 porções diárias, até atingirem 10g de peso vivo. Posteriormente, receberam ração extrusada com 45% de PB, numa quantidade de 8% da biomassa com frequência de 3 porções diárias, até os 140 dias de idade.

A temperatura, o teor de oxigênio dissolvido e o pH da água dos viveiros foram medidos periodicamente (Tabela 3) para se ter um maior controle sobre os parâmetros de qualidade da água.

TABELA 3 Valores máximos, mínimos e médios da temperatura, teor de oxigênio dissolvido (OD) e pH da água de cultivo dos juvenis durante o período experimental (dezembro de 2006 a abril de 2007)

Parâmetros	mínimo (a)	máximo (a)	médio (a)
Temperatura (°c)	19	34	26,5
OD (mg/ml)	4,5	6	5,25
pH	6,8	7	6,9

Ao completarem 140 dias de idade e após jejum de 24 horas, 40 juvenis de cada grupo genético, num total de 160 juvenis, foram amostrados aleatoriamente, insensibilizados por choque térmico, por meio do contato com gelo e abatidos por anóxia.

Após o abate, os peixes amostrados foram pesados e submetidos à avaliação morfométrica; destes, 20 de cada grupo genético (total de 80 juvenis), após a morfometria, foram dissecados para a obtenção das proporções das partes corporais.

### 3.3 Peso aos 140 dias

Realizou-se a pesagem de 160 juvenis (40 de cada grupo genético) utilizando-se balança semi-analítica graduada em gramas (g).

### **3.4 Avaliações morfométricas**

Em cada peixe amostrado, conforme a Figura 3, foram obtidas as seguintes medidas morfométricas em centímetros:

- comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o bordo caudal do opérculo;
- comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o bordo caudal do opérculo;
- alturas do corpo medidas à frente do 1º raio das nadadeiras peitoral (A1), dorsal (A2), anal (A3) e na menor circunferência do pedúnculo (A4), e, ainda, a altura de cabeça (AC), compreendida entre a extremidade ventral e a dorsal da cabeça;
- larguras do corpo tomadas na região do 1º raio das nadadeiras peitoral (L1), dorsal (L2), anal (L3) e na menor circunferência do pedúnculo (L4);
- distâncias do corpo compreendidas entre o bordo caudal do opérculo e a projeção do primeiro raio da nadadeira dorsal (D1), da projeção do primeiro raio da nadadeira dorsal até a projeção do primeiro raio da nadadeira anal (D2) e da projeção do primeiro raio da nadadeira anal até a menor circunferência do pedúnculo (D3).

O comprimento padrão foi medido por meio de um ictiômetro e as demais medidas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital, com as opções de graduação em centímetros (cm) e milímetros (mm).

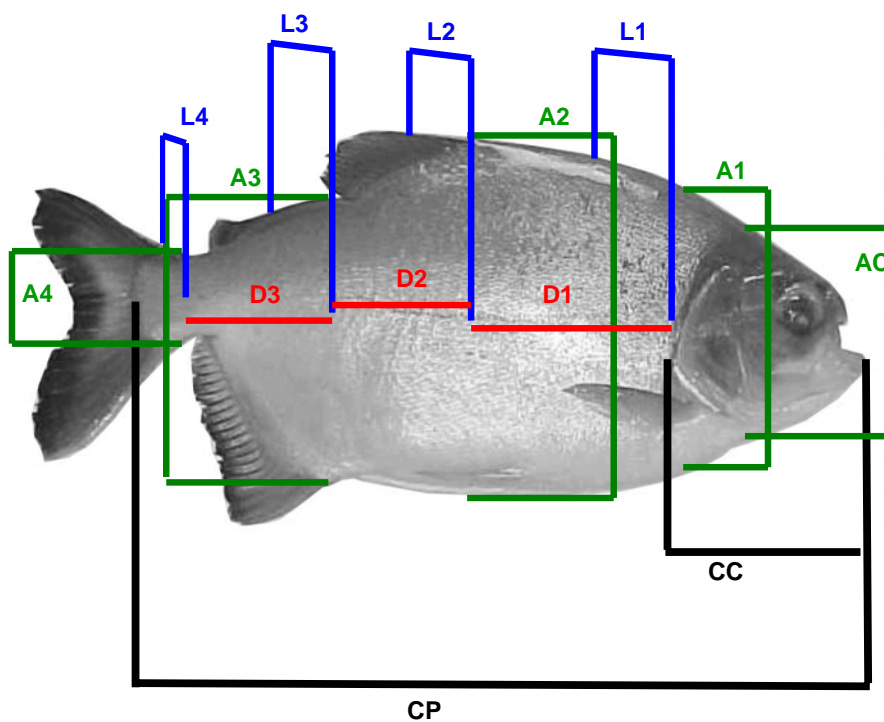


FIGURA 3 Medidas morfológicas dos peixes redondos.

### 3.5 Proporções das partes corporais

Após a avaliação morfológica, 20 dos peixes medidos de cada grupo genético foram eviscerados e seus corpos seccionados em três partes, cabeça, tronco e cauda, por meio de dois cortes verticais (Figura 4), um logo após a extremidade caudal do opérculo, separando a cabeça do tronco, e outro na região anterior do primeiro raio da nadadeira anal, separando o tronco da cauda. O produto de cada uma dessas etapas foi pesado e os pesos utilizados no cálculo das proporções de cada componente corporal em relação ao peso de abate.

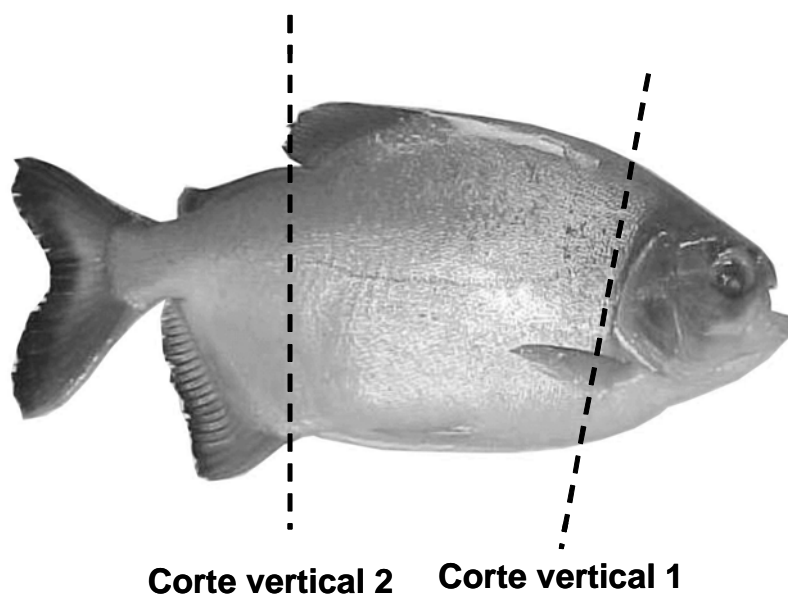


FIGURA 4 Caracterização dos cortes realizados na separação dos segmentos (cabeça, tronco e cauda) do corpo dos juvenis.

Foram analisadas as seguintes porcentagens do corpo:

- porcentagem de carcaça com cabeça ( $RCCC = \text{peso do peixe eviscerado} / \text{peso de abate} \times 100$ );
- porcentagem de carcaça sem cabeça ( $RCSC = \text{peso do peixe eviscerado e sem cabeça} / \text{peso de abate} \times 100$ );
- porcentagem de cabeça ( $RCAB = \text{peso cabeça} / \text{peso de abate} \times 100$ );
- porcentagem de tronco ( $RTRON = \text{peso tronco} / \text{peso de abate} \times 100$ );



- porcentagem de cauda ( $RCAU = \text{peso da cauda} / \text{peso de abate} \times 100$ );
- porcentagem de vísceras ( $RVIS = \text{peso vísceras} / \text{peso de abate} \times 100$ ).

Todas as pesagens foram realizadas em uma balança semi-analítica graduada em gramas (g).

### **3.6 Análise estatística dos dados**

Foram utilizadas 40 repetições para as análises das medidas morfométricas, totalizando 160 parcelas e as proporções corporais foram realizadas com 20 repetições, num total de 80 parcelas, sendo um peixe a unidade experimental para as duas análises.

O peso de abate dos juvenis 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 progênies adequadamente, foi utilizada a co-variável “peso de abate” no modelo estatístico das medidas morfométricas, corrigindo seus valores médios.

Sendo assim, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância seguindo um modelo estatístico que considerou as seguintes fontes de variação: espécie do macho, espécie de fêmea, interação macho fêmea, co-variável peso de abate e erro aleatório associado a cada observação. O efeito dos cruzamentos sobre as medidas morfométricas das progênies foi determinado pelo teste “F” a  $p < 0,05$ , por meio do pacote computacional SAEG – Sistema para Análises Estatísticas, versão 5.0 (UFV, 1992).

$$Y_{ij} = \mu + M_i + F_j + (M F)_{ij} + b (P_{ij} - P) + e_{ijk}$$

em que:

$Y_{ijk}$  = medida morfométrica no juvenil do macho i com a fêmea j na repetição k;

$\mu$  = média geral;

$M_i$  = efeito do macho i;

$F_j$  = efeito da fêmea j;

$(M F)_{ij}$  = efeito da interação do macho i com a fêmea j;

b = coeficiente de regressão da co-variável peso de abate;

$P_{ij}$  = peso de abate em cada observação;

P = peso médio de abate;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação que, por pressuposição, é N (0,  $\sigma^2$ ).

O efeito da heterose sobre as medidas morfométricas foi determinado pelo teste “F”, a 5%, por meio da análise de variância dos dados agrupados dos dois híbridos (G3 e G4) e dos dados das progênes puras (G1 e G2). A porcentagem de heterose de cada medida morfométrica foi calculada pela seguinte fórmula:

$$H (\%) = \{[(G3_i+G4_i)/2]-[(G1_i+G2_i)/2]\} / [(G1_i+G2_i)/2] \times 100$$

em que:

H (%) = porcentagem de heterose;

$[(G3_i+G4_i)/2]$  = média da medida morfométrica “i” dos híbridos;

$[(G1_i+G2_i)/2]$  = média da medida morfométrica “i” das progênes puras

As proporções das partes do corpo foram calculadas em função do peso dos juvenis, portanto, não foi necessário o uso de co-variável no modelo estatístico para as análises desta variável.

Os dados obtidos de peso aos 140 dias e das porcentagens corporais das progênes foram submetidos à análise de variância para a determinação do efeito dos cruzamentos pelo teste “F” a  $p < 0,05$ . As análises foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAEG – Sistema para Análises Estatísticas, versão 5.0 (Universidade Federal de Viçosa, UFV, 1992), e o modelo estatístico usado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + F_j + (M F)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

$Y_{ijk}$  = porcentagem corporal do juvenil do macho i com a fêmea j na repetição k;

$\mu$  = média geral;

$M_i$  = efeito do macho i;

$F_j$  = efeito da fêmea j;

$(M F)_{ij}$  = efeito da interação do macho i com a fêmea j;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação que, por suposição, é  $N(0, \sigma^2)$ .

$Y_{ij}$  = observação j no grupo genético i.

O efeito da heterose sobre as porcentagens das partes corporais e peso aos 140 dias foi determinado pelo teste “F”, a 5%, por meio da análise de variância dos dados agrupados dos dois híbridos (G3 e G4) e dos dados das progênies puras (G1 e G2). A porcentagem de heterose para peso e para cada parte corporal foi calculada pela seguinte fórmula:

$$H (\%) = \{[(G3_i+G4_i)/2]-[(G1_i+G2_i)/2]\} / [(G1_i+G2_i)/2] \times 100$$

em que:

H (%) = porcentagem de heterose;

[(G3<sub>i</sub>+G4<sub>i</sub>)/2] = média da característica “i” dos híbridos;

[(G1<sub>i</sub>+G2<sub>i</sub>)/2] = média da característica “i” das progênies puras.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Peso aos 140 dias

O efeito da heterose sobre o peso dos juvenis aos 140 dias foi determinado por meio da análise de variância (Anexo A, Tabela 1A) dos dados agrupados das progênes híbridas e puras. A média de peso dos descendentes híbridos e puros e a porcentagem de heterose estão na Tabela 4.

TABELA 4 Valores médios de peso dos descendentes híbridos (tambacu e paqui) e puros (pacu e tambaqui) aos 140 dias e porcentagem de heterose

Variável	Progênes		Heterose (%)
	Híbridos	Puros	
Peso (g)	27,56 <sup>a</sup>	17,43 <sup>b</sup>	58,1*

Médias seguidas de letras minúsculas, diferentes na mesma linha não são iguais pelo teste F, a 5%.

\*Significativo pelo teste “F”, a 5%.

O efeito de heterose de 58,1% foi significativo para peso dos descendentes dos cruzamentos de pacu com o tambaqui, tendo os híbridos sido superiores ( $p < 0,05$ ) às progênes puras. Garduño-Lugo et al. (2003), comparando progênes de uma linhagem de tilápia desenvolvida na Flórida (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) com o híbrido produzido a partir do cruzamento da mesma linhagem com uma linhagem de tilápia-vermelha (Stirling red *O. Niloticus*), durante o crescimento, observaram efeito significativo de heterose para peso, constatando também a superioridade do híbrido.

O efeito da interação de macho e fêmea sobre o peso das progênes foi altamente significativo (Anexo A, Tabela 2A), tornando necessário o estudo mais detalhado do papel de cada espécie e sexo nos cruzamentos realizados por meio do desdobramento desta interação. As médias de peso aos 140 dias dos descendentes de cada cruzamento podem ser visualizadas na Tabela 5.

TABELA 5 Peso médio das progênes dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	Peso		Média
	Fêmea		
	Pacu	Tambaqui	
Pacu	19,85 <sup>Bb</sup>	31,00 <sup>Aa</sup>	25,42
Tambaqui	24,13 <sup>Aa</sup>	16,00 <sup>Bb</sup>	20,1
Média	22,00	23,50	22,74

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha não são iguais, pelo teste F, a 5%.

Pôde-se observar efeito ( $p < 0,05$ ) tanto dos sexos como das espécies utilizadas nos acasalamentos. Os cruzamentos interespecíficos promoveram aumentos significativos no peso aos 140 dias das progênes, tendo o acasalamento entre o macho do pacu e a fêmea de tambaqui produzido os descendentes (tambacu – G3) mais pesados (Figura 5). Isso pode ser explicado pelo efeito significativo de heterose de 58,1% sobre o peso dos juvenis, tornando a hibridização uma boa estratégia para melhorar o peso de juvenis de pacu e de tambaqui.

Moreira et al. (2005), realizando o cruzamento recíproco de duas linhagens de tilápias (Chitralada e Red-Stirling), concluíram que existe um

efeito maior da linhagem Chitralada sobre o peso de abate aos 270 dias, tendo o peso dos híbridos sido significativamente maior somente que o das progênies puras de Red-Stirling e semelhante ao da linhagem Chitralada.

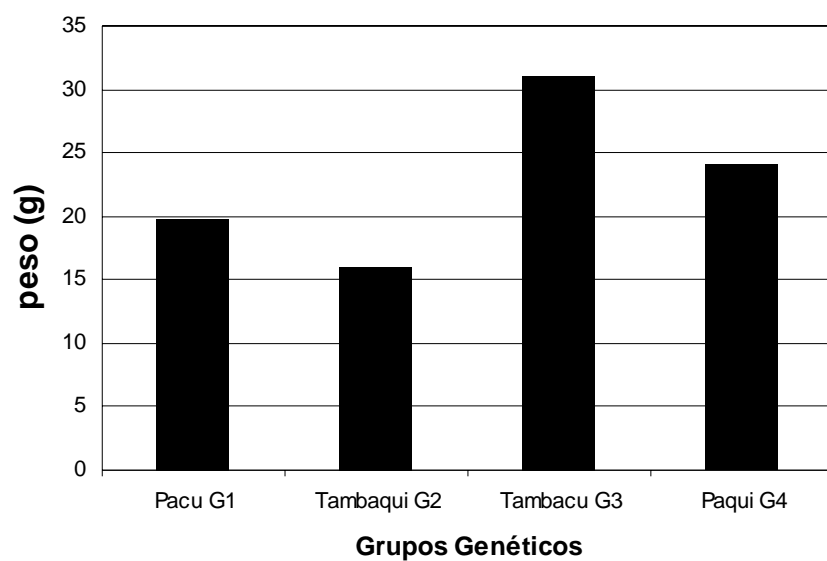


FIGURA 5 Histograma do peso médio dos grupos genéticos originados dos cruzamentos do pacu com o tambaqui.

#### 4.2 Avaliação morfométrica

O efeito da heterose (Anexo A, Tabela 3A, 4A E 5A) e a diferença entre as progênes híbridas e puras dos cruzamentos de pacu com tambaqui para as medidas morfométricas podem ser analisados por meio da Tabela 6.

TABELA 6 Valores médios das medidas morfométricas (cm) de comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), altura da cabeça (AC), alturas um (A1), dois (A2), três (A3) e quatro (A4); larguras um (L1), dois (L2), três (L3) e quatro (A4); e distâncias um (D1), dois (D2) e três (D3) ajustadas para o peso médio de 22,74 gramas dos descendentes híbridos (tambacu e paqui) e puros (pacu e tambaqui) aos 140 dias, e porcentagem de heterose

Medidas morfométricas (cm)	Híbridos	Puros	Heterose (%)
CP	8,58	8,71	-1,5
CC	2,68 <sup>a</sup>	2,57 <sup>b</sup>	4,09 *
AC	2,70 <sup>b</sup>	2,96 <sup>a</sup>	-8,80 *
A1	3,86 <sup>a</sup>	3,62 <sup>b</sup>	6,78 *
A2	4,45 <sup>a</sup>	4,09 <sup>b</sup>	8,81 *
A3	3,22 <sup>a</sup>	3,03 <sup>b</sup>	6,27 *
A4	0,81 <sup>a</sup>	0,78 <sup>b</sup>	2,53 *
D1	2,01	2,00	0,50
D2	1,37 <sup>b</sup>	1,54 <sup>a</sup>	-10,75 *
D3	1,77	1,66	6,63
L1	1,26	1,26	0,40
L2	1,17	1,15	1,74
L3	0,94	0,91	2,75
L4	0,40	0,39	1,28

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha não são iguais, pelo teste F, a 5%.

\*Significativo pelo teste “F”, a 5%.

Houve efeito de heterose ( $p < 0,05$ ) para todas as alturas e somente na altura da cabeça esta foi negativa, demonstrando que os híbridos foram, em



geral, mais altos ( $p < 0,05$ ) que os descendentes puros. O comprimento da cabeça também sofreu efeito significativo da heterose também com superioridade dos híbridos em relação às progênies puras. Comparando-se somente o formato da cabeça, pode-se notar que os híbridos apresentaram mais achatada e comprida, enquanto os descendentes puros têm cabeças mais altas e curtas.

A maior porcentagem (-10,75%) de heterose observada foi para D2, localizada na região do tronco; já para outras distâncias não houve efeito ( $p < 0,05$ ) da heterose.

As larguras dos descendentes também não sofreram efeito significativo da heterose. Desse modo, os acasalamentos interespecíficos produziram efeito de heterose somente para a altura em geral, o comprimento da cabeça e de uma parte do tronco. Paschos et al. (2004) não observaram o efeito significativo de heterose analisando as medidas de comprimento da cabeça e comprimento total das progênies na fase larval e juvenil originadas do cruzamento recíproco das espécies *Silurus glanis* e *S. Aristotelis*.

A influência que os comprimentos padrão e da cabeça sofrem devido aos efeitos do macho, da fêmea e da interação de macho e fêmea usados no cruzamento de pacu com tambaqui (Anexo A, Tabela 6A) pode ser analisada pelas médias das progênies de cada cruzamento apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7 Valores médios de comprimento padrão (CP) e comprimento da cabeça (CC) corrigidos para o peso médio de 22,74g das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	CP (cm)			CC (cm)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	8,54 <sup>Aa</sup>	8,53 <sup>Ba</sup>	8,53	2,49 <sup>Bb</sup>	2,70 <sup>Aa</sup>	2,60
Tambaqui	8,62 <sup>Ab</sup>	8,87 <sup>Aa</sup>	8,74	2,65 <sup>Aa</sup>	2,65 <sup>Aa</sup>	2,65
Média	8,58	8,70	8,64	2,57	2,67	2,62

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%.

Para CP, houve diferença ( $p < 0,05$ ) da espécie de fêmea e de macho utilizada no acasalamento com o tambaqui. O pacu, tanto usado como macho quanto como fêmea, diminuiu o comprimento padrão das progênies nos cruzamentos com o tambaqui, aproximando os valores desta medida dos híbridos ao valor apresentado pelos descendentes do seu acasalamento intra-específico.

Para o CC, observou-se efeito do macho e da fêmea utilizada no cruzamento com a espécie de pacu. O tambaqui promove o aumento dessa medida nas progênies quando é utilizado como o macho cruzando com a fêmea

de pacu e como fêmea no cruzamento com o macho de pacu, aproximando, assim, a média do comprimento de cabeça dos híbridos à média de suas progênies puras.

Houve interação ( $p < 0,05$ ) de macho e fêmea para as distâncias 2 e 3 (Anexo A, Tabela 6A). Para D1 não foi constatado nenhum efeito significativo (de macho, de fêmea, e interação macho e fêmea) do cruzamento de pacu com tambaqui. Os resultados médios de D2 e D3 dos descendentes dos cruzamentos de pacu com tambaqui podem ser avaliadas por meio da Tabela 8.

TABELA 8 Valores médios das distâncias dois (D2) e três (D3), corrigidos para o peso médio de 22,74g das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	D2 (cm)			D3 (cm)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	1,56 <sup>Aa</sup>	1,24 <sup>Bb</sup>	1,40	1,60 <sup>Ab</sup>	1,95 <sup>Aa</sup>	1,77
Tambaqui	1,50 <sup>Aa</sup>	1,51 <sup>Aa</sup>	1,50	1,59 <sup>Ab</sup>	1,72 <sup>Ba</sup>	1,65
Média	1,53	1,37	1,45	1,59	1,83	1,71

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%.

Houve efeito do macho e da fêmea acasalada com a espécie de tambaqui sobre a D2 das progênies. A espécie de pacu eleva a média dessa distância quando é a fêmea no acasalamento, enquanto a fêmea de tambaqui diminui a D2 nos seus acasalamentos. Para D3 também se pôde notar um efeito maior da fêmea nos cruzamentos, tendo a fêmea de tambaqui promovido aumento e a fêmea de pacu diminuiu essa medida em seus cruzamentos. Observou-se

também que o macho de pacu elevou significativamente essa distância em seus descendentes, quando foi acasalado com a fêmea de tambaqui, mas, como já foi descrito acima, isso se deve mais ao efeito da fêmea de tambaqui, pois o macho do pacu não foi capaz de promover o mesmo aumento quando acasalado com a fêmea de pacu.

Analisando-se as medidas de comprimento, de maneira geral, nota-se que os juvenis de tambaqui e de híbridos tambacu são mais compridos em relação ao pacu e paqui (Figura 6), principalmente devido ao comprimento da cabeça e distância 3. No entanto, as maiores distâncias na região da cavidade celomática (D2) dos juvenis de pacu e paqui podem indicar uma maior capacidade de digestão e absorção de alimentos devido à posição dos órgãos responsáveis por estas operações fisiológicas, o que é bastante interessante nesta fase de vida.

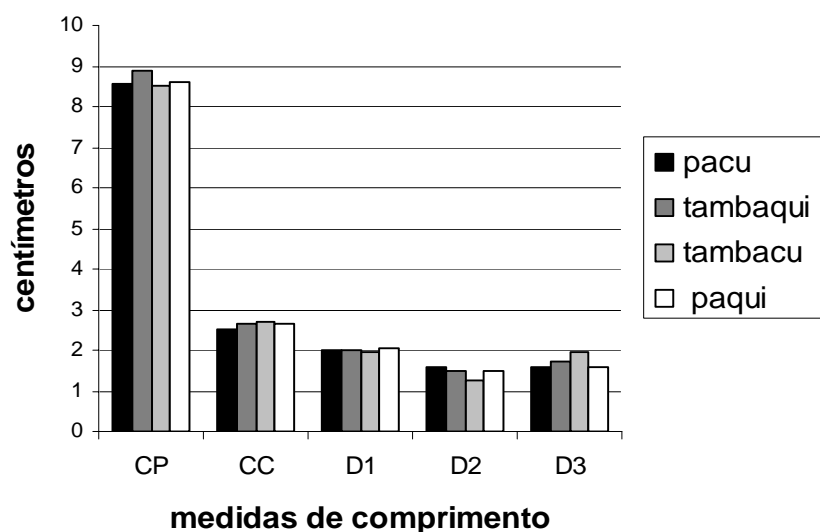


FIGURA 6 Histograma das medidas relacionadas ao comprimento dos grupos genéticos originados dos cruzamentos do pacu com o tambaqui.

Todas as alturas medidas nas progênies dependem tanto das espécies quanto do sexo, como também da ordem de acasalamento dos reprodutores (Anexo A, Tabela 7A). O efeito dos cruzamentos do pacu com o tambaqui sobre a altura da cabeça pode ser analisado pelos resultados das progênies apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 Valores médios da altura da cabeça (AC) corrigida para o peso médio de 22,74g das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	AC (cm)		Média
	Fêmea		
	Pacu	Tambaqui	
Pacu	3,05 <sup>Aa</sup>	2,43 <sup>Bb</sup>	2,74
Tambaqui	2,96 <sup>Aa</sup>	2,86 <sup>Aa</sup>	2,91
Média	3,00	2,64	2,82

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%.

A altura da cabeça foi influenciada ( $p < 0,05$ ) pela espécie do macho que foi acasalado com a fêmea de tambaqui e pela espécie da fêmea acasalada com o macho de pacu. Apesar de o macho de tambaqui ter promovido um aumento significativo na AC das progênies quando acasalado com a fêmea de mesma espécie, observou-se que houve efeito ( $p < 0,05$ ) negativo muito maior da fêmea do tambaqui quando cruzada com o pacu. O acasalamento entre macho e fêmea de pacu produziu descendentes com maior AC.

Os valores médios das alturas 1 e 2 dos descendentes dos cruzamentos de pacu com o tambaqui encontram-se na Tabela 10.

TABELA 10. Valores médios das alturas 1 (A1) e 2 (A2) corrigidos para o peso médio de 22,74g das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias.

Macho	A1 (cm)			A2 (cm)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	3,67 <sup>Bb</sup>	3,91 <sup>Aa</sup>	3,92	4,07 <sup>Bb</sup>	4,47 <sup>Aa</sup>	4,27
Tambaqui	3,81 <sup>Aa</sup>	3,56 <sup>Bb</sup>	3,55	4,42 <sup>Aa</sup>	4,10 <sup>Bb</sup>	4,26
Média	3,70	3,77	3,74	4,24	4,28	4,26

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%.

Os híbridos foram superiores ( $p < 0,05$ ) aos descendentes puros em ambas as alturas, evidenciando o efeito de heterose significativo de 6,78% e 8,81% para A1 e A2, respectivamente. Sendo assim, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) tanto da espécie quanto do sexo sobre esta característica no sentido de que os cruzamentos interespecíficos produzem descendentes mais altos na região central do peixe. As progênies mais altas foram produzidas pelo acasalamento do macho de pacu com a fêmea de tambaqui.

Os resultados apresentados na Tabela 11 mostram o efeito (Anexo A, Tabela 7A) das espécies e dos sexos dos reprodutores sobre as alturas 3 e 4 dos juvenis, aos 104 dias, em que houve interação de macho e fêmea.

TABELA 11 Valores médios das alturas 3 (A3) e 4 (A4) corrigidos para o peso médio de 22,74g das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	A3 (cm)			A4 (cm)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	3,00 <sup>Bb</sup>	3,28 <sup>Aa</sup>	3,14	0,79 <sup>Aa</sup>	0,81 <sup>Aa</sup>	0,80
Tambaqui	3,16 <sup>Aa</sup>	3,06 <sup>Bb</sup>	3,11	0,81 <sup>Aa</sup>	0,76 <sup>Bb</sup>	0,78
Média	3,08	3,17	3,12	0,80	0,78	0,79

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%.

As médias das progênies para A3 seguiram o mesmo comportamento de A1 e A2, destacando, mais uma vez, o efeito ( $p < 0,05$ ) de 6,27% de heterose e a superioridade do híbrido tambacu. Também houve efeito significativo de heterose (2,53%) para A4. Entretanto, o pacu influenciou positivamente ( $p < 0,05$ ) essa medida morfométrica, como macho ou como fêmea, nos cruzamentos, aproximando a média dos híbridos da média dos seus descendentes puros.

Analisando-se as medidas de altura em conjunto (Figura 7), pode-se notar um comportamento típico dos peixes redondos, cujas alturas na região central são bem maiores que nas extremidades. Exceto para a altura da cabeça, os juvenis híbridos são, em geral, mais altos que as progênies puras. Isto se

deve, principalmente, ao efeito de heterose que atuou significativamente em todas essas características.

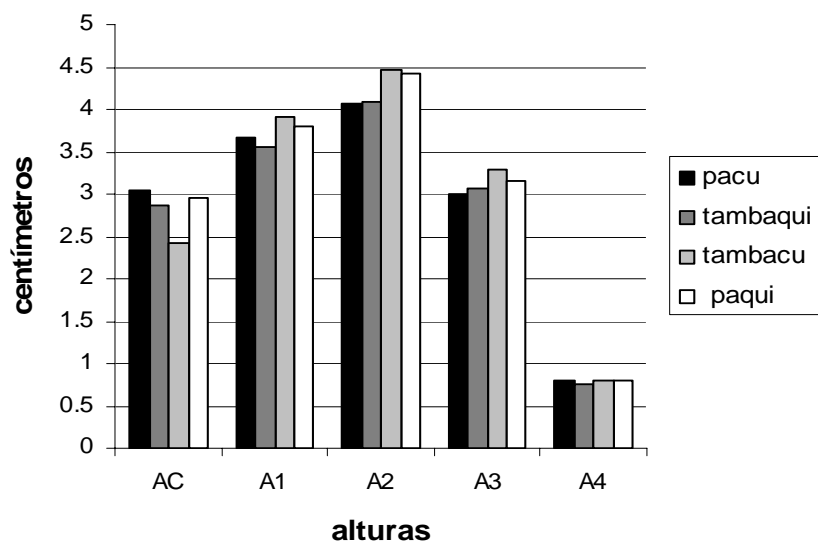


FIGURA 7 Histograma das medidas das alturas dos grupos genéticos originados dos cruzamentos do pacu com o tambaqui.

Não houve interação de macho e fêmea ( $p > 0,05$ ), nos cruzamentos estudados, para as larguras 1, 3 e 4 (Anexo A, Tabela 8A). Essas características foram mais influenciadas pelos efeitos isolados de macho ou de fêmea.

O efeito dos cruzamentos sobre L1 e L2 podem ser analisados pelos resultados apresentados na Tabela 12.



TABELA 12 Valores médios das larguras 1 (L1) e 2 (L2) corrigidos para o peso médio de 22,74g das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	L1 (cm)			L2 (cm)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	1,33	1,26	1,29 <sup>A</sup>	1,24 <sup>Aa</sup>	1,21 <sup>Aa</sup>	1,22
Tambaqui	1,26	1,19	1,22 <sup>B</sup>	1,13 <sup>Ba</sup>	1,06 <sup>Bb</sup>	1,09
Média	1,29 <sup>a</sup>	1,22 <sup>b</sup>	1,25	1,18	1,13	1,15

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%.

O pacu promoveu aumentos significativos de L1 em seus descendentes, independentemente de ter sido utilizado como macho ou fêmea nos acasalamentos. Isso fez com que as médias dos híbridos se assemelhem à média de suas progênies puras. Como não houve interação de macho e fêmea para esta medida, a espécie acasalada com o macho ou fêmea do pacu não tem efeito ( $p > 0,05$ ) sobre a média de L1 das progênies.

Para L2, observou-se o efeito ( $p < 0,05$ ) do macho de tambaqui que, acasalado com as duas espécies de fêmea, produziu descendentes com menores L2 em relação às progênies dos cruzamentos nos quais foi usado o macho de pacu. Pode-se observar também o efeito ( $p < 0,05$ ) negativo da fêmea de tambaqui quando acasalada com o macho de tambaqui.

O efeito do macho e da fêmea sobre a largura 3 e o efeito de macho sobre a largura 4 dos juvenis de 140 dias podem ser analisados por meio das médias apresentadas na Tabela 13.

TABELA 13 Larguras 3 (L3) e 4 (L4) corrigidos para o peso médio de 22,74g das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	L3 (cm)			L4 (cm)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	0,98	0,94	0,96 <sup>A</sup>	0,38	0,38	0,38 <sup>B</sup>
Tambaqui	0,93	0,84	0,88 <sup>B</sup>	0,41	0,40	0,415 <sup>A</sup>
Média	0,95 <sup>a</sup>	0,89 <sup>b</sup>	0,92	0,395 <sup>a</sup>	0,390 <sup>a</sup>	0,392

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma medida morfométrica não são iguais, pelo teste F, a 5%.

A espécie pacu apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sobre L3 quando usado como macho ou como fêmea nos cruzamentos. Independentemente da espécie usada no acasalamento, o pacu aumenta ( $p < 0,05$ ) esta largura nas suas progênies. Houve efeito ( $p < 0,05$ ) somente do macho sobre L4 nos cruzamentos, tendo o macho de tambaqui promovido um aumento significativo nos seus descendentes, independente da fêmea com que foi acasalado.

Analisando-se as larguras de maneira geral (Figura 8), nota-se que o pacu tende a aumentar essa característica em seus descendentes juvenis, principalmente como o macho no acasalamento. Desse modo, o cruzamento intra-específico do pacu ou o acasalamento do macho do pacu com a fêmea de tambaqui promovem aumentos nas larguras dos juvenis de modo geral.

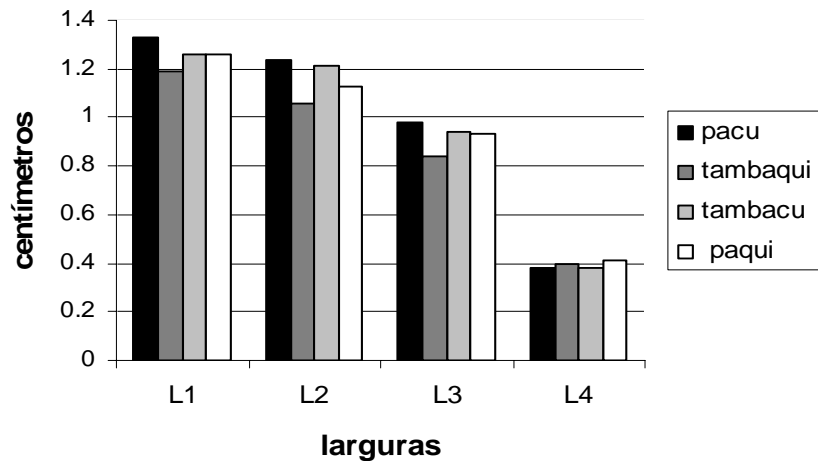


FIGURA 8 Histograma das medidas das larguras dos grupos genéticos originados dos cruzamentos do pacu com o tambaqui.

Na fase de vida em que as progênies foram estudadas, foram observados altas relações das medidas da cabeça com o comprimento do corpo, tendo os valores de  $CC/CP$  e  $AC/CP$  da média geral dos grupos genéticos sido de 0,30 e 0,32, respectivamente. Freato et al. (2007), trabalhando com piracanjubas (*Brycon orbignyanus*) com peso de abate médio de 750g, observaram as relações  $CC/CP$  e  $AC/CP$  de 0,2 e 0,22, respectivamente, o que sugere um desenvolvimento inicial maior da cabeça dos peixes mais jovens com o objetivo de uma maior apreensão e trituração de alimentos.

De maneira geral, o pacu aumenta as larguras das progênies de 140 dias de idade se acasalando com a mesma espécie e com a espécie de tambaqui, enquanto as alturas sofrem efeito maior da heterose. Os comprimentos dependem da espécie e do sexo dos reprodutores; o tambaqui produz descendentes com cabeças mais compridas, o acasalamento do macho de pacu com a fêmea de tambaqui promove o aumento do comprimento da região

posterior (D3) dos juvenis e o pacu, principalmente quando é o macho nos acasalamentos, influencia positivamente o comprimento da região da cavidade celomática (D2).

### 4.3 Proporções das partes corporais

O efeito da heterose (Anexo A, Tabela 9A) e a diferença entre as progênes híbridas e puras dos cruzamentos de pacu com tambaqui para as porcentagens das partes corporais podem ser analisadas por meio da Tabela 14.

TABELA 14 Valores médios da porcentagem de carcaça com cabeça (PCCC), da carcaça sem cabeça (PCSC), da cabeça (PCAB), de tronco (PTRON), da cauda (PCAU) e de vísceras (PVIS) dos descendentes híbridos (tambacu e paqui) e puros (pacu e tambaqui), aos 140 dias e porcentagem de heterose

Variáveis	Porcentagens (%)					
	PCCC	PCSC	PCAB	PTRON	PCAU	PVIS
Híbridos	87,2	57,4 <sup>B</sup>	29,8 <sup>A</sup>	39,7 <sup>B</sup>	17,7	12,8
Puros	86,7	58,4 <sup>A</sup>	28,3 <sup>B</sup>	41,0 <sup>A</sup>	17,4	13,3
Heterose (%)	0,6	-1,7*	5,1*	-3,3*	1,7	3,8

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma porcentagem corporal não são iguais, pelo teste F, a 5%.

\*significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) dentro da mesma coluna.

O efeito da heterose foi significativo para PCSC, PCAB e PTRON. Os híbridos foram superiores ( $p < 0,05$ ) somente para a porcentagem de cabeça e inferiores para as porcentagens de carcaça sem cabeça e de tronco em relação aos descendentes do cruzamento entre espécies puras. Wang et al. (2007), trabalhando com o híbrido de 152 dias do cruzamento de duas espécies de

striped bass (macho de *Morone chrysops* e fêmea de *Morone saxatilis*), observaram efeito da heterose sobre o rendimento de vísceras, mas não o observaram para as outras partes do corpo.

O efeito dos cruzamentos de pacu com tambaqui sobre as porcentagens de carcaça com cabeça e de vísceras das progênies, aos 140 dias, pode ser analisado por meio dos resultados apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 Valores médios de porcentagem de carcaça com cabeça (PCCC) e de vísceras (PVIS) das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	PCCC (%)			PVIS (%)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	84,4	86,2	85,3 <sup>B</sup>	15,6	13,8	14,7 <sup>A</sup>
Tambaqui	88,2	89,0	88,6 <sup>A</sup>	11,8	11,0	11,4 <sup>B</sup>
Média	86,3 <sup>b</sup>	87,6 <sup>a</sup>	86,95	13,7 <sup>a</sup>	12,4 <sup>b</sup>	13,05

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma porcentagem corporal não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma porcentagem corporal não são iguais, pelo teste F, a 5%.

Não houve interação ( $p > 0,05$ ) de macho e fêmea para o PCCC e para RVIS (Anexo A, Tabela 10A). Wang et al. (2007), estudando o rendimento de vísceras, concluíram que esta característica sofre o efeito ( $p < 0,05$ ) da interação de macho e fêmea no cruzamento entre linhagens de striped bass (macho de *Morone chrysops* e fêmea de *Morone saxatilis*).

A espécie tambaqui promove um aumento significativo na PCCC, tanto usado como macho quanto usado como fêmea nos cruzamentos estudados, em relação à espécie de pacu; o grupo genético que apresentou essa parte do corpo

maior foi justamente aquele formado pelas progênies originadas do cruzamento entre macho e fêmea de tambaqui (G2). Considerando que a PCCC é calculada com base no corpo do peixe limpo sem vísceras, a superioridade do tambaqui pode ser explicada pela menor porcentagem de vísceras das progênies do mesmo cruzamento, ou seja, a espécie de tambaqui também promove a queda ( $p < 0,05$ ) da PVIS, quando é usado como macho ou fêmea nos cruzamentos.

Desse modo, o tambaqui como fêmea ou como macho no acasalamento com o pacu ou com o próprio tambaqui foi capaz de aumentar a PCCC ou diminuir a porcentagem de vísceras dos descendentes juvenis de 140 dias.

Os valores médios dos rendimentos da carcaça sem cabeça e de cabeça das progênies aos 140 dias estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 16 Valores médios de porcentagem de carcaça sem cabeça (PCSC) e de cabeça (PCAB) das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	RCSC (%)			RCAB (%)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	57,1 <sup>Aa</sup>	58,2 <sup>Aa</sup>	57,65	27,3 <sup>Ba</sup>	27,9 <sup>Ba</sup>	27,6
Tambaqui	56,5 <sup>Ab</sup>	59,6 <sup>Aa</sup>	58,05	31,7 <sup>Aa</sup>	29,4 <sup>Ab</sup>	30,55
Média	56,8	58,9	57,85	29,5	28,65	29,07

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma porcentagem corporal não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma porcentagem corporal não são iguais, pelo teste F, a 5%.

Desdobrando-se a interação de macho e fêmea (Anexo A, Tabela 10A) ocorrida para PCSC, pode-se observar que existe somente o efeito da fêmea utilizada no acasalamento com o macho de tambaqui. A fêmea da mesma

espécie aumentou significativamente esta parte do corpo nas progênies do cruzamento.

O desdobramento da interação da PCAB (Anexo A, Tabela 10A) mostrou que não houve somente o efeito da fêmea usada no cruzamento com macho de pacu; já no cruzamento com o macho de tambaqui, a fêmea de pacu promoveu o aumento da cabeça nas progênies. Ainda com o desdobramento da interação da PCAB, pode-se notar que o macho de pacu tem uma tendência a diminuir esta parte do corpo, pois o seu cruzamento com as fêmeas das duas espécies produziu descendentes com menor porcentagem de cabeça.

Os resultados do desdobramento da interação de macho e fêmea para PTRON (Anexo A, Tabela 10A) e o efeito dos acasalamentos do pacu com o tambaqui sobre a PCAU de juvenis aos 140 dias de idade são apresentados na Tabela 14.

TABELA 1 Valores médios de porcentagem de tronco (PTRON) e de cauda (PCAU) das progênies dos cruzamentos do pacu com o tambaqui, aos 140 dias

Macho	PTRON (%)			PCAU (%)		
	Fêmea		Média	Fêmea		Média
	Pacu	Tambaqui		Pacu	Tambaqui	
Pacu	40,0 <sup>Aa</sup>	40,1 <sup>Ba</sup>	40,05	17,3	18,2	17,8 <sup>A</sup>
Tambaqui	39,2 <sup>Ab</sup>	42,0 <sup>Aa</sup>	40,6	17,3	17,7	17,5 <sup>A</sup>
Média	39,6	41,05	40,325	17,3 <sup>b</sup>	18,0 <sup>a</sup>	17,625

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e para a mesma porcentagem corporal não são iguais, pelo teste F, a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha e para a mesma porcentagem corporal não são iguais, pelo teste F, a 5%.

A superioridade dos descendentes do acasalamento intra-específico do tambaqui se deve ao efeito (negativo) significativo da heterose de -3,3%. A fêmea e o macho de tambaqui aumentam ( $p<0,05$ ) a PTRON em suas progênies nos cruzamentos estudados, tendo suas progênies puras (G2) apresentado, em média, maior tronco. Isso é interessante para animais nesta fase, pois, nessa região estão localizados os órgãos que fazem a digestão e a absorção dos alimentos.

Para a PCAU, foi observado somente o efeito ( $p<0,05$ ) de fêmea no cruzamento (Anexo A, Tabela 10A). Independente da espécie de macho utilizado, a fêmea de tambaqui promove o aumento da cauda nos seus descendentes.

De maneira geral, o tambaqui (G2) apresentou características de conformação corporal superiores ( $p<0,05$ ) às dos demais grupos genéticos (Figura 9), melhorando a conformação de carcaça dos descendentes puros em relação aos híbridos.

Os rendimentos das partes do corpo de todos os grupos genéticos podem ser visualizados no gráfico da Figura 9.



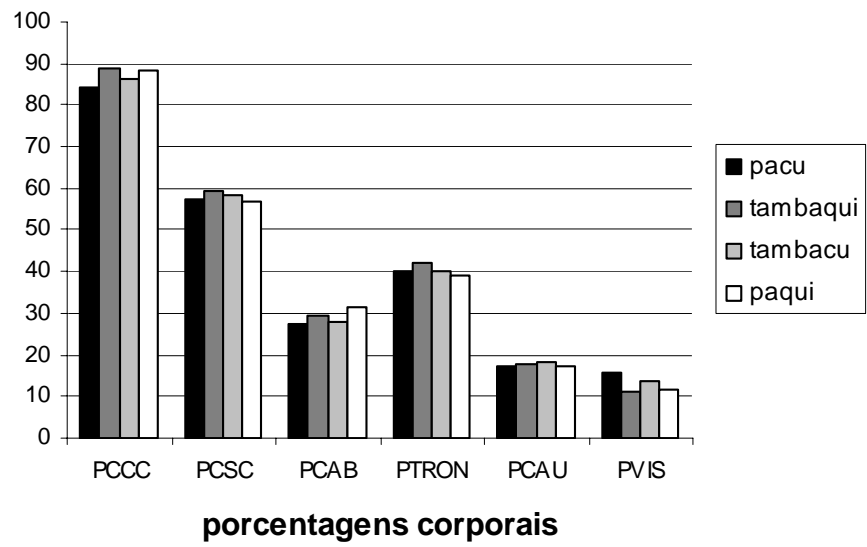


FIGURA 9 Histograma dos rendimentos corporais dos grupos genéticos originados dos cruzamentos do pacu com o tambaqui.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições que foi realizado o presente estudo, e com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

(i) houve heterose para peso dos juvenis aos 140 dias, tendo o acasalamento do macho de pacu com a fêmea de tambaqui resultado nas progênies mais pesadas;

(ii) houve heterose para todas as alturas e somente para a altura da cabeça foi negativa. Os dois híbridos foram bem semelhantes para A1, A2, A3, não importando a ordem dos acasalamentos interespecíficos para essas características;

(iii) houve heterose para CC, mas o comprimento, em geral, dos juvenis foi mais influenciado pelo tambaqui, principalmente quando usado como fêmea;

(iv) a utilização da espécie pacu nos cruzamentos estudados resultou em juvenis de 140 dias com maiores larguras;

(v) houve efeito da heterose para PCSC, PCAB e PTRON. Os híbridos foram superiores somente para a porcentagem de cabeça e inferiores para as porcentagens de carcaça sem cabeça e de tronco;

(vi) o cruzamento da fêmea de tambaqui com o macho de pacu (tambacu) produziu juvenis com boa conformação corporal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 27, n. 2, p. 166-172, abr./jun. 2003.

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

BERNARDINO, G.; ALCÂNTARA, R. C. G.; SENHORINI, J. A. Procedimentos para a reprodução induzida e alevinagem do tambaqui *Colossoma macropomum* e pacu *Piaractus brachypomus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC : Aquaciência 1988. p. 74-79.

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, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, set./out. 2001.

BOWMAN, J. C. Selection for heterosis. **Animal Breed. Abstract**, Farnham Royal, v. 27, n. 3, p. 261-273, 1959.

BOWMAN, J. C. **An introduction to animal breeding**. London: E. Arnold, 1974. 76 p. (Studies in Biology, 46).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca 2005. **Produção brasileira da aquicultura continental, por estado e espécie, 2005**. IBAMA. 2005. Disponível em: <[www.seap.gov.br](http://www.seap.gov.br)>. Acesso em: 10 ago. 2007.

CLEMENT, S.; LOVELL, R. T. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**. Amsterdam, v. 119, n. 2/3, p. 229-310, Jan. 1994.

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

EYO, A. A. **Carcass composition and filleting yield of ten fish species from Kainji Lake**. Proceedings of the FAO Expert consultation on fish technology in África. FAO fish, 1993. p.173-175. Supplement (FAO Fish. Rep., 467).

FERRARI, V. A.; LUCAS, A. F. B.; GASPAR, L. A. Desempenho do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, em monocultura experimental sob condições de viveiro-estufa e viveiro convencional (1 fase) e em viveiro convencional (2 fase) no Sudeste. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 4, p. 23-37, 1991.

FERRAZ DE LIMA, J. A. **Atuações do CEPTA para a expansão do cultivo dos Colossoma e Piaractus. Cultivo de Colossoma**. Bogotá: Guadalupe, 1988.

FREATO, T. A.; DOS SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; REIS NETO, R. V.; ALLAMAN, I. B.; LAGO, A. A.; PIMENTA, M. E. S. G.; COSTA, A. C. Avaliação morfológica da piracanjuba *brycon orbignyanus* em função do peso corporal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE, 1., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Centro-Oeste, 2007. CD-ROM.

FURUYA, W. M. Espécies nativas. In: MOREIRA, H. L. M. et al. **Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas, RS: ULBRA, 2001. p. 83-85.

GARDUÑO-LUGO, M.; ALVAREZ, I. G.; OLVERS-NOVOA, M. A.; MUÑOZ-CÓRDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia\_Stirling red *O. niloticus*) males. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 34, p. 1023-1028, Mar. 2003.

HERNÁNDEZ, R.; MUÑOZ, D.; LIMA, J. A. F.; FEX, R.; VASQUEZ, W.; GONZALEZ, R.; MORALES, R.; ALCÁNTARA, F.; LUNA, T. M.; KOSSOWKI, C.; PÉREZ, J.; MORA, J. A.; CONTRERAS, P. J.; DÍAZ, F.; FADUL, E. M.; MONTOYA, P. Estado atual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Peru, y Venezuela. **Red Acuicultura Boletín**, v. 6, p. 3-28, 1992.

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, Mar. 1990.

LASLEY, J. F. **Genetics of livestock improvement**. 3.ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1978. 492 p.

MANDELLI, M. Q.; LONA, F. B. Composição física em princípios imediatos da carne (filés) em *Sardinella brasiliensis* (STEIDACHNER, 1979). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 129-157, 1978.

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

MOREIRA, A. A.; MOREIRA, H. L. M.; HILSDORF, A. W. S. Comparative growth performance of two Nile tilapia (*Chitralada* and Red-Stirling), their crosses and the Israeli tetra hybrid ND-56. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 36, p. 1049-1055, Mar. 2005.

NAKAGHI, L. S. O.; GONÇALVES, R. P.; LEME DOS SANTOS, H. S.; CASTAGNOLLI, N. Morphology of the Gonads of the Hybrid Fish Tambacu (Male Pacu *Piaractus mesopotamicus* X Female *Colossoma macropomum*). In: THE ANNUAL INTER CONF. & EXPOSITION OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY, 1997, Seattle. **World Aquaculture Society/Book of Abstracts...** Seattle, WA-USA: WAS, 1997. v. 1, p.354.

PASCHOS, I.; NATHANAILIDES, C.; PERDIKARIS, C.; TSOUMANI, M. Comparison of morphology, growth and survival between *Silurus glanis*, *S. aristotelis* and their hybrid during larval and juvenile stages. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 35, p. 97-99, Mar. 2004.

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. L. P.; SILVA, M. C. N. "**Tambaqui (*Colossoma macropomum*-Cuvier, 1818). ampliação do período de desova.**" Brasília: CODEVASF, 1988. (Internal Document).

POUEY, J. L. F; STINGELIN, L. A. Rendimento de carcaça e de carne do Peixe-Rei (*Odontheistes humensis*) com peso entre 200 e 300g. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 24, p. 173-175, 1996

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, 1985.

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

SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A.; MILLIOTI, L. C.; ORFÃO, L. H. Morfometria do crescimento de alevinos de duas linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA/ZOOTECNIA, 12., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. CD-ROM.

SARACURA, V. F.; CASAGNOLLI, N. Comparação do desempenho entre alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e híbridos de pacu e tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Ciência Zootécnica**, v. 5, p. 17-19, 1990.

SILVA, J. W. B.; CAMINHA, M. I. O.; NOBRE, M. I. S.; BARROS FILHO, F. M. Resultados de um ensaio sobre o cultivo do híbrido do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818; com a pirapitinga, *Colossoma brachyomum* Cuvier, 1818. **Ciências Agrônômicas**, v. 17, p. 7-18, 1980.

SOUZA, M. L. R.; LIMA, S.; FURUYA, W. M.; PINTO, A. A.; LOURES, B. T. R. R.; POVH, J. A. Estudo da carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 637-644, Aug. 1999.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA.. **SAEG – Sistemas de análises estatísticas e genéticas**: versão 5.0. Viçosa, MG, 1992. 59 p. (Manual do Usuário).

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. **Fishes of the Amazon and their environment**: physiological and biochemical aspects. Berlin: Springer Verlag. 1995.

VIDAL JR, M. V.; DONZELE, J.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, L. C.; CAMARGO, A. C. C. Níveis de proteína para tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818), na fase de 30 a 250g. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p.421-426, 1998.

WANG, X.; ROSS, K. E.; SAILLANT, E.; GATLIN, D.; GOLD, J. R. Genetic effects on carcass-quality traits in hybrid striped bass (dam *Morone chrysops* x sire *Morone saxatilis*). **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 38, p. 973-980, Mar. 2007.

## **ANEXOS**



## ANEXOS

ANEXO A		Página
<b>Tabela 1A</b>	Resumo da análise da variância para heterose do peso aos 140 dias de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) com o tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	<b>56</b>
<b>Tabela 2A</b>	Resumo da análise da variância para efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e para o desdobramento da interação de macho e fêmea sobre o peso dos juvenis, aos 140 dias.....	<b>56</b>
<b>Tabela 3A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear do comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), e distâncias 1, 2 e 3 de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) com o tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	<b>57</b>
<b>Tabela 4A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear da altura da cabeça (AC), e alturas 1, 2, 3 e 4 de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) com o tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	<b>57</b>
<b>Tabela 5A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear das larguras 1, 2, 3 e 4 de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) com o tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	<b>58</b>

<b>Tabela 6A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre o comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), e distâncias 1, 2 e 3 dos juvenis, aos 140 dias.....	<b>59</b>
<b>Tabela 7A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui) e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre a altura da cabeça (AC), e alturas 1, 2, 3 e 4 dos juvenis, aos 140 dias.....	<b>60</b>
<b>Tabela 8A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre as larguras 1, 2, 3 e 4 dos juvenis, aos 140 dias.....	<b>61</b>
<b>Tabela 9A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear da porcentagem de carcaça com cabeça (PCCC), de carcaça sem cabeça (PCSC), de cabeça (PCAB), de tronco (PTRON), de cauda (PCAU) e de vísceras (PVIS) de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) com o tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	<b>62</b>
<b>Tabela 10A</b>	Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre a porcentagem de carcaça com cabeça (PCCC), de carcaça sem cabeça (PCSC), de cabeça (PCAB), de tronco (PTRON), de cauda (PCAU) e de vísceras (PVIS) dos juvenis, aos 140 dias.....	<b>63</b>

**TABELA 1A** Resumo da análise da variância para heterose do peso, aos 140 dias, de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio	F	Signif
Heterose*	1	3715,240	89,170	0,000
Resíduo	158	41,666		
CV		25,79%		

\* O efeito da heterose foi avaliado por meio do agrupamento das médias de peso dos juvenis puros (pacu e tambaqui) e híbridos (tambacu e paqui) e determinado pelo teste “F”.

**TABELA 2A** Resumo da análise da variância para efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e para o desdobramento da interação de macho e fêmea sobre o peso dos juvenis, aos 140 dias

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio	F	Significância
Macho	1	1150,26	33,594	0,0000
Fêmea	1	91,51	2,672	0,1041
Macho*fêmea	1	3715,24	108,505	0,0000
Fêmea/pacu	1	2486,45	72,618	0,0000
Fêmea/tambaqui	1	1320,31	38,560	0,0000
Macho/pacu	1	365,51	10,675	0,0013
Macho/tambaqui	1	4500,00	131,424	0,0000
Resíduo	156	34,24		
CV		25,79%		

**TABELA 3A** Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear do comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), e distâncias 1, 2 e 3 de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

FV	G.L.	Quadrado médio					Significância				
		CP	CC	D1	D2	D3	CP	CC	D1	D2	D3
Heterose*	1	0,3739	0,2622	0,0084	0,6481	0,3133	0,0203	0,0000	p>0,3	0,0000	0,0000
Peso linear	1	51,5910	3,9875	3,7185	1,9444	2,7522	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	157	0,6801	0,1433	0,3258	0,2726	0,1537					
CV (%)		3,02	4,56	9	11,37	7,23					

\* O efeito da heterose foi avaliado por meio do agrupamento das médias de CP, CC, D1, D2 e D3 dos juvenis puros (pacu e tambaqui) e híbridos (tambacu e paqui) e determinado pelo teste “F”.

57

**TABELA 4A** Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear da altura da cabeça (AC), e alturas 1, 2, 3 e 4 de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

F V	G.L.	Quadrado médio					Significância				
		AC	A1	A2	A3	A4	AC	A1	A2	A3	A4
Heterose*	1	1,622	1,380	3,100	0,859	0,027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0035
Peso linear	1	5,953	11,833	9,271	9,532	0,462	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	157	0,084	0,037	0,056	0,021	0,002					
CV (%)		10,27	5,14	5,56	4,61	5,66					

\* O efeito da heterose foi avaliado por meio do agrupamento das médias de AC, A1, A2, A3 e A4 dos juvenis puros (pacu e tambaqui) e híbridos (tambacu e paqui) e determinado pelo teste “F”.

**TABELA 5A** Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear das larguras 1, 2, 3 e 4 de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

F. V.	G.L.	Quadrado médio				Significância			
		L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
Heterose*	1	0,0000	0,0156	0,0110	0,0001	p>0,3	0,0134	p>0,3	p>0,3
Peso linear	1	1,8818	1,5337	1,3548	0,1680	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	157	0,0040	0,0025	0,0108	0,0022				
CV (%)		5	4,29	11,25	11,97				

\* O efeito da heterose foi avaliado por meio do agrupamento das médias de L1, L2, L3 e L4 dos juvenis puros (pacu e tambaqui) e híbridos (tambacu e paqui) e determinado pelo teste “F”.

**TABELA 6A** Quadrados Médios, Significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre o comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), e distâncias 1, 2 e 3 dos juvenis, aos 140 dias

F. V.	G.L.	Quadrado médio					Significância				
		CP	CC	D1	D2	D3	CP	CC	D1	D2	D3
Fêmea	1	0,521	0,448	0,044	0,911	2,240	0,0063	0,0000	0,2476	0,0000	0,0000
Macho	1	1,428	0,101	0,076	0,371	0,453	0,0000	0,0089	0,1293	0,0003	0,0000
Macho*fêmea	1	0,374	0,262	0,001	0,648	0,313	0,0203	0,0000	p>0,3	0,0000	0,0000
Fêmea/pacu	1	0,002	0,613	0,001	1,380	1,710	p>0,3	0,0000	p>0,3	0,0000	0,0000
Fêmea/tambaqui	1	0,931	0,000	0,002	0,003	0,024	0,0003	p>0,3	p>0,3	p>0,3	0,0001
Macho/pacu	1	0,126	0,483	0,005	0,066	0,777	0,1730	0,0000	0,1978	0,126	0,0000
Macho/tambaqui	1	1,212	0,273	0,000	0,803	0,587	0,0001	0,1700	p>0,3	0,0000	0,0000
Peso linear	1	51,591	3,987	0,004	1,944	2,752	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	155	0,068	0,014	0,020	0,027	0,015					
C. V. (%)		3,02	4,56	9,00	11,37	7,23					

**TABELA 7A** Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui) e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre a altura da cabeça (AC), e alturas 1, 2, 3 e 4 dos juvenis, aos 140 dias

F. V.	G.L.	Quadrado médio					Significância				
		AC	A1	A2	A3	A4	AC	A1	A2	A3	A4
Fêmea	1	5,075	0,106	0,770	0,307	0,877	0,0000	p>0,3	p>0,3	0,0002	0,0382
Macho	1	0,954	0,367	0,405	0,316	0,671	0,0089	0,0019	p>0,3	0,2194	0,0695
Macho*fêmea	1	1,622	1,380	3,100	0,859	0,269	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0004
Fêmea/pacu	1	5,271	0,765	2,258	1,064	0,005	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,1223
Fêmea/tambaqui	1	0,151	0,979	1,624	0,169	0,038	0,1831	0,0000	0,000	0,0050	0,0000
Macho/pacu	1	0,015	0,347	2,311	0,478	0,712	0,1720	0,0250	0,0000	0,0000	0,0610
Macho/tambaqui	1	2,030	1,310	1,515	0,534	0,025	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0005
Peso linear	1	5,953	11,833	9,271	9,532	0,462	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	155	0,084	0,037	0,056	0,021	0,002					
C V (%)		10,27	5,14	5,56	4,51	5,66					

**TABELA 8A** Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre as larguras 1, 2, 3 e 4 dos juvenis, aos 140 dias

F. V.	G.L.	Quadrado médio				Significância			
		L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
Fêmea	1	0,1893	0,0864	0,1486	0,0016	0,0000	0,0000	0,0003	p>0,3
Macho	1	0,1438	0,5133	0,1741	0,0217	0,0000	0,0000	0,0001	0,0021
Macho*fêmea	1	0,0004	0,0156	0,0110	0,0001	p>0,3	0,0134	0,3125	p>0,3
Fêmea/pacu	1	0,0632	0,0061	0,0216	0,0003	0,0001	0,1187	0,1581	p>0,3
Fêmea/tambaqui	1	0,0803	0,0845	0,1107	0,0011	0,0000	0,0000	0,0016	p>0,3
Macho/pacu	1	0,7840	0,1840	0,0488	0,1440	0,0000	0,0000	0,0347	0,0115
Macho/tambaqui	1	0,0494	0,2460	0,9660	0,0606	0,0006	0,0000	0,0032	0,0997
Peso linear	1	1,8818	1,5337	1,3548	0,1680	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	155	0,0040	0,0025	0,0108	0,0022				
CV (%)		5,00	4,29	11,25	11,97				



**TABELA 9A** Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) para heterose e peso linear da porcentagem de carcaça com cabeça (PCCC), de carcaça sem cabeça (PCSC), de cabeça (PCAB), de tronco (PTRON), de cauda (PCAU) e de vísceras (PVIS) de juvenis puros e híbridos originados dos cruzamentos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

F. V.	G.L.	Quadrado médio						Significância					
		PCCC	PCSC	PCAB	PTRON	PCAU	PVIS	PCCC	PCSC	PCAB	PTRON	PCAU	PVIS
Heterose	1	5,000	19,771	44,671	33,761	1,851	5,005	0,4454	0,037	0,034	0,0036	0,3933	0,4452
Resíduo	78	8,500	6,029	4,923	3,974	2,512	8,499						
CV		2,67	3,85	5,56	4,61	8,89	17,84						

\* O efeito da heterose foi avaliado por meio do agrupamento das médias de PCCC, PCSC, PCAB, PTRON, PCAU e PVIS dos juvenis puros (pacu e tambaqui) e híbridos (tambacu e paqui) e determinado pelo teste “F”.

**TABELA 20A** Quadrados médios, significância do teste “F” e coeficiente de variação (CV) do efeito do sexo (macho e fêmea), da espécie (pacu e tambaqui), e do desdobramento da interação de macho e fêmea sobre a porcentagem de carcaça com cabeça (PCCC), de carcaça sem cabeça (PCSC), de cabeça (PCAB), de tronco (PTRON), de cauda (PCAU) e de vísceras (PVIS) dos juvenis, aos 140 dias

F. V.	G.L.	Quadrado médio						Significância					
		PCCC	PCSC	PCAB	PTRON	PCAU	PVIS	PCCC	PCSC	PCAB	PTRON	PCAU	PVIS
Fêmea	1	33,28	89,87	13,74	40,00	9,99	33,41	0,015	0,000	0,025	0,001	0,046	0,015
Macho	1	219,12	2,92	171,35	6,84	0,82	218,79	0,000	*****	0,000	0,164	*****	0,000
Macho*fêmea	1	5,00	19,77	44,67	33,76	1,85	5,05	*****	0,496	0,000	0,003	*****	*****
Fêmea/pacu	1	32,04	12,67	4,43	0,13	10,22	32,22	0,017	0,114	0,197	*****	0,044	0,017
Fêmea/tambaqui	1	6,24	96,97	53,99	73,63	1,62	6,24	0,286	0,000	0,000	0,000	*****	0,285
Macho/pacu	1	145,16	3,75	195,50	5,11	0,10	145,16	0,000	*****	0,000	0,228	*****	0,000
Macho/tambaqui	1	78,96	18,95	20,52	35,49	2,57	78,68	0,000	0,054	0,006	0,002	0,308	0,000
Resíduo	76	5,40	4,97	2,62	3,46	2,44	5,39						
CV (%)		2,67	3,85	5,56	4,61	8,89	17,84						