



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



**DETERMINAÇÃO DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E MORFOMETRIA DE
LINHAGENS DE TAMBQUI (*Colossoma macropomum*) MELHORADOS
GENETICAMENTE**

VIVIANN GREICY BATISTA LEAL

MANAUS- AMAZONAS

Agosto, 2019

VIVIANN GREICY BATISTA LEAL

**DETERMINAÇÃO DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E MORFOMETRIA DE
LINHAGENS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) MELHORADOS
GENETICAMENTE**

Orientador: Jackson Pantoja Lima, Dr.

Coorientadora: Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan, Dr^a.

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCAN) da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

MANAUS-AMAZONAS

Agosto, 2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L435d Leal, Viviann Greicy Batista
Determinação de desempenho zootécnico e morfometria de linhagens de tambaqui (*Colossoma macropomum*) melhorados geneticamente / Viviann Greicy Batista Leal. 2019
46 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Jackson Pantoja Lima
Coorientadora: Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Amazonas. 2. Crescimento . 3. Melhoramento genético. 4. Piscicultura. 5. Tambaqui curumim. I. Lima, Jackson Pantoja II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

No dia 30 de agosto de 2019, às 09:30 horas, na Sala de Aula do PPGCAN, 2º Andar do Bloco da Pós-Graduação FCA/ICB, Setor Sul do Campus Universitário da UFAM, Manaus/AM, **Viviann Greicy Batista Leal**, realizou a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada “Determinação de desempenho zootécnico e morfometria de linhagens de tambaqui (*Colossoma macropomum*) melhorados geneticamente”

Banca Examinadora:

Membros	Parecer	Assinatura
Dr. Jackson Pantoja Lima (IFAM) – Presidente	Aprovado () Reprovado ()	
Dra. Lígia Uribe Gonçalves (INPA) – Membro	Aprovado (X) Reprovado ()	
Dr. Bruno Olivetti de Mattos (UNINILTONLINS) – Membro	Aprovado (X) Reprovado ()	

Manaus, 30 de agosto de 2019

Resultado Final: Aprovado (X)
Reprovado ()



Aos meus pais Adalberto Leal e Socorro Leal pelo apoio,
força e o amor incondicional dado a mim.

Ao meu noivo Marcelo Alves pela compreensão e
companheirismo.

Dedico

Agradecimentos

Agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado. Nos momentos mais difíceis, Ele acalentava meu coração e assumia o controle das situações, quando encontrava-me sem condições mentais, emocionais e físicas. Ele se fazia presente e eu podia usufruir da Sua calma. Obrigada Senhor, por todas as árduas conquistas e dai-me sabedoria para que eu possa ir, ainda, mais longe.

A Universidade Federal do Amazonas- UFAM e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal- PPGCAN pela oportunidade de seguir com meus estudos, me proporcionando muito conhecimento e uma vivência mais ativa na área científica. Sou muito grata a essa instituição por todos os conhecimentos adquiridos e momentos vividos.

Ao meu orientador Prof., Dr. Jackson Pantoja Lima por toda sua competência e esforço para o desenrolar desse trabalho. Obrigada por se fazer presente, sempre que possível, e pelo auxílio nas atividades desenvolvidas, pela orientação e pelas contribuições em toda trajetória do trabalho.

A co-orientadora Prof., Dr^a. Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan por todo o auxílio despendido ao trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão da bolsa de estudos dando-me condições de prosseguir neste mestrado.

A Secretaria de Produção Rural do Amazonas – SEPROR pelo suporte despendido para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Centro de Tecnologia, Treinamento e Produção em Aquicultura – CTTPA de Balbina:

- Msc. Mário Baracho por ser tão atencioso e disposto a ajudar, pelas longas e esclarecidas conversas, por sempre tirar minhas dúvidas, pelos ensinamentos e por todo o apoio e esforço para a realização deste trabalho;
- Msc. Ronã Freitas que não mediu esforços para a realização do experimento e foi essencial para o desenvolvimento das atividades, esteve ao meu lado desde o começo e presenciou toda minha aflição, me confortou tantas vezes, meu sentimento é de gratidão, obrigada pela amizade.
- A Bióloga Antônia Hippy que também foi fundamental para a realização da parte prática do trabalho, uma guerreira trabalhadora, amiga que me consolava nos

momentos de dificuldades, uma parceira sem igual, obrigada pelo esforço e por estar sempre disposta a ajudar;

- Sr. Leôncio Rolim pelo apoio técnico sempre que necessário;
- Ao Sebastião que esteve presente e atuante em todas as atividades realizadas durante o período de trabalho, obrigada pela disposição.
- Ao seu Zé Raimundo e Zé Alves pelo suporte ao trabalho e estarem sempre a postos, caso fosse necessário;
- Ao Alencar pela ajuda e amizade;
- Ao motorista Valmir pela amizade e ajuda, encontrava-se sempre disposto a colaborar com seus préstimos.
- Aos ex-funcionários Ricardo, André e Marlisson pelo apoio no início do trabalho e pela amizade.

A todos os alunos do IFAM, UEA e CETAM que contribuíram para o trabalho de alguma forma durante suas estadias na estação.

A meu amigo Adarley Santana, principalmente, pelo suporte que deu ao experimento, mas, também, por sua amizade, carinho e força.

Ao Jeldson Oliveira pela dedicação ao trabalho, pela parceria e contribuição, sou muito grata a todo esforço despendido ao experimento, mas, principalmente, pela amizade firmada.

Ao Jozué Soares por contribuir muito ativamente nas atividades voltadas a este trabalho, por dedicar um pouco do tempo a ajudar-me e obrigada pela amizade.

Aos alunos de mestrado e doutorado do INPA - Edvane Vieira, Thalison Costa, Jonatas Castro e Marcelo Darós- pela contribuição no momento da biometria e troca de conhecimento, pelas conversas e momentos agradáveis que passamos juntos.

Por último, mas não menos importante:

Aos meus pais Socorro e Adalberto Leal por todo amor, dedicação, apoio, ensinamentos, força e por nunca medirem esforços para me ajudar a alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos Dayanna, Anderson e Alinne Sofia pelo amor, carinho e apoio. Eu sou muito grata a Deus por ter vocês em minha vida.

Aos meus sobrinhos Antônio Paulo e Christian por alegrarem a minha vida.

Ao meu noivo Marcelo Alves, obrigada por ter suportado, pacientemente, minhas longas ausências. Sempre compreensivo e companheiro, dando-me o apoio necessário para que eu vá em busca dos meus sonhos.

A minha avó Elcyr Leal pelo apoio incondicional. Obrigada por estar sempre disposta a me ajudar.

A minha tia Esmeralda e meu primo Andrey Leal por terem aberto as portas de sua casa, mais uma vez, e me aceitado em seu lar. Vocês foram de fundamental importância para que eu pudesse concluir meu trabalho.

Enfim, quero agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído, me ajudando a atingir minhas metas, pois sozinha não conseguiria ir muito longe. Sou grata a Deus por ter enviado todas essas pessoas em momentos distintos, mas que foram essenciais em minha vida.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!

Epígrafe

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.

O saber se aprende com mestres e livros.

A Sabedoria, com o corriqueiro, com a vida e com os humildes.

O que importa na vida não é o ponto de partida, mas a caminhada.

Caminhando e semeando, sempre se terá o que colher.

Cora Coralina

RESUMO

O melhoramento genético do tambaqui *Colossoma macropomum* visa impulsionar a produção desta espécie no país, pois foi desenvolvido para aumentar a taxa de crescimento deste peixe. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico e características morfométricas de 3 linhagens geneticamente melhoradas de tambaqui em relação a peixes não melhorados e analisar o impacto do melhoramento genético no tempo de 122 dias de criação para a produção de tambaqui curumim com peso médio de 500g. Os juvenis utilizados para este estudo são oriundos do acasalamento de 6 reprodutores (3 machos e 3 fêmeas) do Programa de Melhoramento Genético AquaBrasil que formaram os tratamentos (linhagens A, B e C) para o grupo controle foram utilizados juvenis oriundos de um casal de reprodutores não melhorados. Foram identificados, por meio de microchips, 160 juvenis sendo 40 peixes de cada linhagem melhorada e 40 peixes não melhorados (controle). Foram alojados em um viveiro escavado com área de 600 m², com densidade de 0,26 peixes. m². Os juvenis iniciaram o experimento com peso médio de 58,08 ± 24,44g e comprimento total de 17,73 ± 1,72 cm. Foram alimentados com ração comercial com níveis de proteína bruta que decresceram a cada mês: 36, 32 e 28%, sendo fornecida duas vezes ao dia (8:00 e 17:00 horas), a taxa alimentar variou de 7-2% da biomassa. Foram realizadas biometrias mensais para a obtenção de peso e medidas corporais como comprimento total, padrão, comprimento da cabeça, altura e largura do corpo. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey (5%). A taxa de sobrevivência foi de 100%. A linhagem B apresentou a menor média para ganho de peso (808,70g) diferenciando-se das linhagens A (873,73g), C (886,41g) e controle (875,45g), estas não diferiram entre si. Os peixes da linhagem C apresentaram a maior média para a taxa de crescimento específico (2,52%) demonstrando um maior crescimento. Para as características morfométricas a linhagem B obteve a menor conformação corporal, porém apresentou diferença para a razão morfométrica largura do corpo/comprimento padrão, entretanto foi igual à linhagem C, a qual apresentou a melhor conformação corporal e a maior relação entre o comprimento da cabeça e comprimento padrão. Mesmo com essas diferenças as 3 linhagens de tambaqui melhoradas, assim como os peixes não melhorados superaram o peso estabelecido de 500g em 122 dias de criação. Porém, para a continuação do Programa de Melhoramento Genético de Tambaqui no Amazonas, sugere-se a utilização dos peixes da linhagem C que demonstraram melhores resultados entre as linhagens melhoradas.

Palavras-chave: Amazonas; Crescimento; Melhoramento Genético; Piscicultura; Tambaqui-curumim

Abstract

The genetic improvement of tambaqui *Colossoma macropomum* aims to boost the production of this species in the country, as it was developed to increase the growth rate of this fish. The objective of this work was to evaluate the zootechnical performance and morphometric characteristics of 3 genetically improved tambaqui strains in relation to unimproved fish and to analyze the impact of genetic improvement on the 122 days of breeding time for the production of 500g average weight curumim tambaqui. The juveniles used for this study come from the mating of 6 breeders (3 males and 3 females) of the AquaBrasil Genetic Improvement Program that formed the treatments (strains A, B and C) for the control group unimproved breeders. A total of 160 juveniles were identified by microchips, 40 fish from each improved strain and 40 unimproved fish (control). A total of 160 juveniles were identified by microchips, 40 fish from each improved strain and 40 unimproved fish (control). They were housed in a 600 m² excavated pond with a density of 0.26 fish. m². The juveniles started the experiment with an average weight of 58.08 ± 24.44g and total length of 17.73 ± 1.72 cm. They were fed commercial diet with crude protein levels that decreased each month: 36, 32 and 28%, being fed twice a day (8:00 and 17:00 hours), the dietary rate ranged from 7-2% of the diet biomass. Monthly biometrics were performed to obtain weight and body measurements such as total length, pattern, head length, height and body width. Data were subjected to analysis of variance and Tukey test (5%). The survival rate was 100%. Line B presented the lowest average for weight gain (808, 70g), differing from lines A (873.73g), C (886.41g) and control (875.45g), which did not differ from each other. Fishes of strain C showed the highest average for specific growth rate (2.52%) showing a higher growth. For morphometric characteristics, line B obtained the lowest body conformation, but presented difference for the morphometric ratio body width / standard length, however it was the same as line C, which presented the best body conformation and the largest relationship between head length and standard length. Even with these differences, the 3 improved tambaqui strains, as well as the unimproved fish, exceeded the established weight of 500g in 122 days of rearing. However, for the continuation of the Tambaqui Genetic Improvement Program in Amazonas, we suggest the use of C strain fish that showed better results among the improved strains.

Key words: Amazonas; Growth; Genetic improvement; Fish farming; Tambaqui-curumim

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Imagem aérea do CTTPA de Balbina.	10
Figura 2. Fluxogramas do Sistema de Acasalamento e formação dos tratamentos.....	11
Figura 3. Fluxograma sobre a aplicação de dosagens dos hormônios hipofisários.....	12
Figura 4. Materiais utilizados para o processo de marcação individual dos alevinos. A- microscópio (lupa), B- aplicadores e microchips, C- leitor digital, D- Iodo e algodão, E- placas Petri e pinça, F- água destilada e G- planilha.	14
Figura 5. Esterilização química dos microchips.....	15
Figura 6. Processo de marcação dos alevinos	15
Figura 7. Medidas morfométricas avaliadas Comprimento total (CT), Comprimento Padrão (CP), Comprimento da Cabeça (CC), Altura do Corpo (AC) e Largura do Corpo (LC).	17

LISTA DE QUADRO

Quadro 1. Recomendações da quantidade de ração a ser ofertada para pós-larvas nas primeiras semanas.....	13
---	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Teor de proteína bruta das rações e as biomassas utilizadas para a alimentação dos peixes..... 16
- Tabela 2.** Valores de média, Desvio Padrão (DP), Mínimo, Máximo e Coeficiente de Variação (CV) do Peso Inicial, Peso Final, Ganho de Peso, Taxa de Crescimento Específico, dos tratamentos. 20
- Tabela 3.** Valores da Média, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) da análise morfométrica do Comprimento Total (CT), Comprimento Padrão (CP), Comprimento da Cabeça (CC), Altura do Corpo (AC), Largura do Corpo (LC), e das Razões Comprimento da Cabeça/Comprimento Padrão (CC/CP), Altura do Corpo/ Comprimento Padrão (AC/CP), Largura do corpo/ Comprimento padrão e Largura do Corpo/Altura do Corpo (LC/AC). 24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Geral.....	3
2.2	Específicos	3
3	REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1	A piscicultura no estado do Amazonas.....	4
3.2	Melhoramento genético de peixes	5
3.3	Melhoramento genético de peixes nativos no Brasil	6
3.4	O Crescimento Animal	7
3.5	Importância da determinação morfométrica em peixes	8
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1	Local do Experimento.....	10
4.2	Material Biológico	10
4.3	Manejo de pós-larvas até juvenis para experimentação.....	13
4.4	Manejo dos alevinos para a marcação individual	14
4.5	Desenho experimental.....	16
4.6	Manejo Alimentar e Biometrias.....	16
4.7	Análises de qualidade da água	18
4.8	Análises Estatísticas.....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1	Desempenho Zootécnico.....	19
5.1.1	Sobrevivência	19
5.1.2	Peso Inicial e Final	20
5.1.3	Ganho de peso	21
5.1.4	Taxa de crescimento específico.....	22
5.2	Análise Morfométrica	23
6	CONCLUSÃO	27
7	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura brasileira terminou o ano de 2018 com desempenho positivo. De acordo com a Associação Brasileira da Piscicultura o país produziu 722. 560 toneladas (t) de peixes, atingindo um crescimento de 4,5% em comparação ao ano de 2017. A criação de peixes nativos foi significativa para esse aumento. Entretanto, a produção desse setor apresentou uma diminuição de 4,76% em relação ao ano anterior, com isso as espécies nativas passaram a representar 39,84% do total da produção (PEIXE BR, 2019). Para a associação problemas climáticos, sanitários e mercadológicos nos principais estados produtores foram os promotores da redução na criação.

A região Norte teve uma participação de 153.020 t na produção de 2018, destacando-se com a criação de peixes nativos, em especial o tambaqui *Colossoma macropomum* como a principal espécie produzida. Neste ano, o estado de Rondônia liderou a produção com 72.800 t, enquanto que o estado do Amazonas ocupou a quarta posição com apenas 15.270 t de peixes nativos (PEIXE BR, 2019).

A produção do Amazonas não atende a demanda do mercado consumidor tendo que importar pescado dos estados de Rondônia e Roraima (PANTOJA-LIMA *et al.*, 2015). Porém, o estado apresenta condições favoráveis para tornar-se autossuficiente na produção piscícola, pois possui uma vasta área territorial, recursos hídricos abundantes, clima propício e dispõe de infraestrutura técnico-científica adequada para impulsionar a produção (LIMA, 2005).

De acordo com Lima *et al.* (2019) 93,86% da produção piscícola do estado são oriundas de estruturas dispostas em terra firme, tais como viveiros escavados, com uma área total de espelho d'água de 2.628,02 ha em 1289 pisciculturas, a maioria estão concentradas na mesorregião Central do Estado (84,37%) e o tambaqui é a espécie mais predominante nestes locais. Este peixe representa uma das espécies mais populares da Amazônia e de maior expressão na alimentação na região Norte (GRAEF, 1995; ALMEIDA-VAL E VAL, 1995; ARAÚJO-LIMA e GOULDING,1998).

A produção de tambaqui em cativeiro segue em amplo desenvolvimento e pode ser encontrado quase que totalmente em todos os estados brasileiros, isso se deve, principalmente, pela facilidade em obter juvenis, além disso, essa espécie apresenta grande potencial de crescimento, alta rusticidade, aceitação de ração, boa conversão alimentar e alta demanda por

sua carne pelo mercado consumidor. Todas essas características representam algumas das razões que incentivaram pesquisadores e produtores a intensificar esforços para estabelecer um pacote tecnológico para essa espécie (SUFRAMA, 2003; GOMES *et al.*, 2003; PEDROSA-FILHO *et al.*, 2016).

Considerando o potencial de criação do tambaqui e sua grande aceitação no mercado regional (MELO, IZEL, RODIGUES, 2001; IZEL e MELO, 2004) a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em parceria com outras instituições públicas e privadas deram início ao Programa de Melhoramento Genético dessa espécie, com o objetivo de aumentar a taxa de crescimento (RESENDE, 2009) dessa forma haverá animais maiores em um curto espaço de tempo aumentando a produtividade e diminuindo os custos de produção.

O acompanhamento do crescimento é um dos fatores ponderantes dentro de programa de melhoramento animal. Informações como peso, ganho de peso e características morfológicas dos animais são dados importantes que podem ser aplicados para estimar parâmetros genéticos e de rendimentos corpóreos sem necessidade de abater os peixes, assim como podem ser utilizados como critérios de seleção e, também, no controle do crescimento nas diferentes fases de vida dos peixes (DIODATTI *et al.*, 2008).

No estado do Amazonas o programa de melhoramento genético do tambaqui está na fase inicial. No Centro de Tecnologia, Treinamento e Produção em Aquicultura – CTTPA de Balbina, onde se encontra um plantel de reprodutores oriundos do programa AquaBrasil, os animais são considerados multiplicadores da propagação de peixes melhorados e utilizados para disseminar juvenis oriundos de melhoramento para os piscicultores do estado, porém não existe nenhuma informação ou controle zootécnico da prole desses animais. Com base na inexistência desses dados, torna-se relevante à realização de estudos que visam avaliar o desempenho zootécnico das linhagens de tambaqui.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o desempenho zootécnico e características morfométricas de linhagens de tambaqui, *Colossoma macropomum*, provenientes de plantéis de reprodutores oriundos do programa AquaBrasil, visando à produção do tambaqui curumim.

2.2 Específicos

1. Comparar o desempenho zootécnico de três linhagens melhoradas de tambaqui contra uma linhagem não melhorada;
2. Descrever as medidas e relações morfométricas de linhagens de tambaqui melhorados e não melhorados em 122 dias de criação;
3. Analisar o impacto do melhoramento genético do tambaqui, visando a produção do tambaqui com peso comercial de 500g.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A piscicultura no estado do Amazonas

A atividade da piscicultura no Amazonas apresenta grande potencial para o crescimento, pois, o estado possui características compatíveis para a produção como recursos hídricos abundantes, condições climáticas favoráveis e uma enorme biodiversidade ictiológica (LIMA, 2005; SOUZA e LOPEZ, 2017; MELO, IZEL, RODIGUES, 2001).

Para o estado foi estimada que 93,86% da produção aquícola são oriundas de estruturas dispostas em terra firme, tais como viveiros escavados, com uma área total de espelho d'água de 2.628,02 ha em 1289 pisciculturas. A maioria da produção está concentrada na mesorregião Central do Estado (84,37%) e o tambaqui se mostrou como a espécie de maior prevalência (LIMA *et al.*, 2019). Esses autores relatam, também, que o processo da piscicultura é voltado para a fase de engorda e foi detectada a presença de empreendimentos que praticam a alevinagem e recria com a finalidade de abastecer e manter o ciclo da atividade ativo.

A criação de peixe tem predominância na Região Metropolitana de Manaus (R.M.M), chegando a 85% do total do estado, destacando-se seis municípios produtores: Rio Preto da Eva, Iranduba, Itacoatiara, Manaus, Manacapuru e Presidente Figueiredo, todos situados às margens de rodovias estaduais e federais (GANDRA, 2010; PANTOJA-LIMA *et al.*, 2015).

Essa alta atividade na R.M.M se deve aos fatores do arranjo espacial e mercado consumidor (Manaus) facilitando a aquisição de insumos com valores mais razoáveis e a comercialização do pescado (LIMA *et al.*, 2019). A Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) em 2003 apresentou o relatório “Estudo de Viabilidade Econômica sobre a piscicultura do tambaqui (*Colossoma macropomum*)”, no qual corrobora que a distância entre o local de produção e o centro consumidor são fatores limitantes para o desenvolvimento da piscicultura.

Outros fatores que dificultam o desenvolvimento piscícola no estado foram apontados por Oliveira *et al.* (2012), esses são relatados pelos produtores rurais, como: 1) elevado custo da ração; 2) dificuldades para aquisição de alevinos e 3) carência de informações e técnicos especializados, apesar da atuação da Secretaria de Produção Rural (SEPROR-AM). Gastos com a ração, ou mesmo, insumos para a produção é considerado o principal entrave para produtores mais distantes da R.M.M, porém, é algo menos preocupante para os produtores da

RMM. Para a solução da aquisição de alevinos foram instaladas Unidades de Produção de Alevinos (UPA's) em municípios estratégicos (PANTOJA-LIMA *et al.*, 2015). Por fim, a falta de informações e técnicos vem sendo tratada através de ações conjuntas entre empresas e entidades de pesquisas que estão contribuindo com geração de valores, seja pela transferência de conhecimentos que acontece de forma clássica, interação entre pesquisadores e produtores, seja pelo aumento de estudos e programas concretizados em conjunto, individualmente ou em parcerias com outras instituições (LIMA *et al.*, 2005).

Apesar dos esforços para expandir a piscicultura no estado é notável a redução que a produção do pescado sofreu nos últimos anos, o que pode ter sido provocada pela crise econômica que o país enfrenta. Para aumentar a produtividade da criação de tambaqui estão sendo desenvolvidas várias estratégias e pesquisas nas mais diversas áreas como densidade de estocagem, sistema de aeração, qualidade da água, nutrição, dimensionamento de viveiros, bem-estar dos peixes, reprodução e melhoramento genético dessa espécie.

3.2 Melhoramento genético de peixes

O melhoramento genético animal é estimulado pela alta competitividade das atividades produtivas em se manter no mercado, gerando produtos de alta qualidade e alcançando maior eficiência da produção das diversas espécies criadas comercialmente. A tecnologia do melhoramento genético é aplicada em menor escala nos animais aquáticos quando comparados a animais terrestres, porém, é notório o grande potencial para seu desenvolvimento (MELO, 2013).

O melhoramento genético de peixes teve início na década de 70 com as espécies do salmão do Atlântico e da truta (GJGEN e BENTSEN, 1997). Ao longo dos anos, essa tecnologia vem demonstrando resultados positivos relacionados aos fenótipos mais produtivos, consoantes a isso, são os exemplos da tilápia, salmão e carpas que tem alcançado sucesso nos Programas de Melhoramento Genético (HULATA, 2001).

Em espécies de peixes que detém pacotes tecnológicos desenvolvidos, a aplicação do melhoramento genético dirigido tem obtido, por geração, um ganho na taxa de crescimento entorno de 15%, podendo citar a tilápia GIFT (Genetically Improved Farming Tilápia), salmão do Pacífico e do Atlântico, truta arco-íris e bagre do canal. Esse ganho genético se mostra superior aos de espécies terrestres, isso é explicado pelo fato da grande variação genética que os peixes apresentam para a taxa de crescimento e alta fecundidade, dando

possibilidade de intensificar a seleção animal. É ainda um ganho permanente que pode ser transpassado para um grande número de gerações (RESENDE *et al.*, 2008).

Um exemplo de benefício que um programa de melhoramento genético bem aplicado pode promover é no caso da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), que em 4 anos apresentou um crescimento de 18% sobre a geração anterior. Esse resultado proporcionou uma redução no tempo de criação de 21 dias e, conseqüentemente, uma economia de 11% do custo total da produção (SANTOS *et al.*, 2007).

Para Resende *et al.* (2008) a principal vantagem do melhoramento genético para taxa de crescimento são as reduções que ocorrem nos custos fixos e de produção, pois diminui a necessidade de manutenção.

3.3 Melhoramento genético de peixes nativos no Brasil

O Brasil é um país que apresenta um forte potencial para o desenvolvimento da aquicultura, porém quando se refere a melhoramento genético de espécies aquáticas, percebe-se que este fica muito aquém das tecnologias que são utilizadas em melhoramento dos animais terrestres (RIBEIRO e LEGAT, 2008).

Com base nisto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA por meio do projeto “Bases Tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil – AquaBrasil”, deu início ao Programa de Melhoramento Genético de Peixes Nativos com o intuito de promover um salto tecnológico na aquicultura brasileira, modificando a situação atual da produção aquícola, formando uma cadeia produtiva que favoreça tanto produtores, quanto consumidores. O projeto foi construído em parcerias com várias entidades e instituições públicas e privadas, além de dezenas de pessoas entre pesquisadores, alunos e outros colaboradores. Visa enfatizar pesquisas com espécies que se destacam comercialmente, considerando as particularidades de cada região (RESENDE, 2009; ROCHA *et al.*, 2013).

Os objetos de estudos dessa pesquisa são quatro espécies aquícolas produzidas para o comércio: o camarão marinho (*Litopennaeus vannamei*) para o nordeste brasileiro, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) mercado interno e externo, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) produzidos principalmente para o mercado regional, mas com pretensões de alcançar níveis nacionais e de exportações (ALBUQUERQUE, 2014).

A tilápia GIFT é um exemplo de sucesso de programa de melhoramento genético em peixes. Esta foi introduzida no Brasil em 2005 através da Universidade Estadual de Maringá, a qual é considerada agente nucleadora, dando início aos trabalhos com 600 exemplares de 30

famílias advindas da Malásia, cujo principal foco de seleção é a taxa de crescimento e após três anos do programa de acasalamento ter iniciado os resultados apontaram ganhos genéticos de 6% em relação à geração anterior (RESENDE *et al.*, 2010).

O projeto AquaBrasil organizou dois programas de melhoramento para as espécies nativas, um para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) na região Norte e o outro para o cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) na região Centro-Oeste do Brasil. Esses projetos visam o desenvolvimento e a implantação de um programa nacional de melhoramento genético com a intenção de disseminar animais com material genético superior, desde que sejam utilizadas boas práticas de manejos, o produtor poderá contar com animais de alto valor agregado (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Nesse momento será dada ênfase para o Programa de Melhoramento Genético do Tambaqui, onde a meta inicial foi formar um plantel de reprodutores melhorados visando maiores taxas de crescimento e redução no tempo de criação. Fizeram parte do núcleo de seleção quatro famílias de peixes oriundas dos estados de Mato Grosso, Rondônia, Tocantins e Amazonas. O processo de cruzamento resultou em 64 famílias distintas. Em 2009 e 2010 a reprodução terminou com a organização de 45 famílias, das quais 198 animais foram avaliados para estimar os parâmetros genéticos que apresentaram um ganho superior a 6%, na reprodução de 2011- 2012 (RESENDE *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

3.4 O Crescimento Animal

O crescimento e o desempenho animal são descritos por vários fatores e é ditado, principalmente, pela nutrição e pela genética (ALVES, 2003). O processo de crescimento influencia quase que exclusivamente na produção de carne, uma vez que a carne é produzida através do crescimento tecidual do corpo (SANTOS, 1999). A nutrição intervém de forma positiva sobre a composição tecidual e, conseqüentemente, sobre o crescimento animal, através da quantidade de nutrientes ingeridos (ALMEIDA, 2005).

Segundo Oliveira (2013), o crescimento do peixe pode ser acompanhado de duas formas pelo aumento do peso e pelo seu tamanho, sendo dinâmico em muitos aspectos, pois ora alguns órgãos diminuem e outros aumentam.

Fisiologicamente, o crescimento do peixe depende de alguns quesitos como a genética, hormônios, ambiente, alimentação, idade, sexo e a espécie (SANTOS, 2004). Todos esses critérios afetam de forma direta o desenvolvimento das células musculares que ocorre com

maior intensidade nos animais mais jovens e, atua no volume dessas células, este fato acontece em conformidade com o avanço da idade dos peixes (CAVALLIERI, 2016).

Tendo em vista que a genética pode interferir sobre o crescimento dos peixes, os programas de melhoramento genético têm avaliado o grau de herdabilidade e a correlação de parâmetros de crescimento, tais como: ganho de peso, comprimento e largura corporal e tem comprovado o elevado nível de herdabilidade e uma correlação positiva entre os parâmetros (FU *et al.*, 2016).

Os estudos que avaliam o crescimento por meio do ajuste de uma função, a qual descreva todo o processo de vida do animal, torna-se de suma importância, uma vez que essa técnica copila vários dados informativos em um pequeno conjunto de parâmetros biológicos que podem ser interpretáveis. Com isso pode-se obter informações precisas das taxas de crescimento, taxas de ganho e graus de maturidade em qualquer estágio de desenvolvimento animal, os quais são considerados fatores importantes na avaliação de desempenho produtivo e econômico (SANTOS *et al.*, 2007).

3.5 Importância da determinação morfométrica em peixes

Dentro de um programa de seleção com finalidade de melhoramento animal, um dos parâmetros de maior relevância em termos econômicos é o crescimento, onde o formato do corpo, que pode ser expresso por medidas morfométricas, destaca-se dentre os principais indicadores do desenvolvimento do animal (SANTOS, 2004). Nesse sentido, faz-se importante determinar índices zootécnicos e morfométricos como base para estudos que visam à seleção para o melhoramento genético (ROMAGOSA *et al.*, 2003).

Para Contreras-Guzmán (1994), o formato corporal influi nos procedimentos realizados desde a pesca, com a escolha dos equipamentos, até a estocagem incluindo o processo de industrialização como: 1) método de decapitação, evisceração e na limpeza geral seja por práticas manuais ou mecânicas; 2) nas dimensões das caixas, prateleiras, câmaras ou outros equipamentos utilizados para fazer o armazenamento do material; 3) influi no rendimento da carne quando esta é pré-processada como corpo limpo, postas e filés, e 4) modifica a velocidade de resfriamento ou de congelamento do produto.

Os estudos que consideram à forma corporal do peixe, do ponto de vista econômico e de produção, podem ser utilizados como ferramenta para estimar a produtividade, informando dados do rendimento de carcaça que podem predizer a qualidade e quantidade da parte comestível e assim como de nutrientes do filé. Informações referentes ao rendimento oferecem ao produtor liberdade para fazer um melhor planejamento para determinar a

quantidade de peixes para o abate considerando a relação do tamanho com a quantidade de filé a ser produzido (MACHADO, 2007).

Segundo Santos (2004), o rendimento do processamento irá refletir a estrutura anatômica dos peixes, como por exemplo, peixes que apresentam uma maior proporção da cabeça em relação ao corpo tem menor rendimento de filé, quando são comparados com peixes de cabeça pequena.

Santos *et al.* (2003), trabalhando com alevinos de tilápia observaram que a relação comprimento da cabeça/ comprimento padrão elevada é favorável nessa fase, pois pode indicar maior busca por alimentos e maior capacidade respiratória. Porém, pesquisas que envolvem medidas morfométricas de peixes nas primeiras fases de vida, não são interessantes do ponto de vista produtivo, no entanto, são necessárias para determinar se há efeito ou não de heterose, se existe influencia de alguma das espécies ou dos sexos sobre essas medidas, ao que se refere em observar os efeitos genéticos nos cruzamentos. Nesse sentido, pode-se desenvolver relações ou correlações dos efeitos obtidos com alevinos com efeitos observados para peixes maiores através de pesquisas futuras e assim traçar estratégias que possam melhorar as medidas corporais dessa espécie.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do Experimento

A pesquisa foi realizada no Centro de Tecnologia, Treinamento e Produção em Aquicultura – CTTPA de Balbina (Figura 1), município de Presidente Figueiredo, localizado a 180 km de distância de Manaus, no período de setembro de 2018 a janeiro de 2019. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do IFAM/Presidente Figueiredo (CEUA.021.02.1012.1104/2018).



Figura 1. Imagem aérea do CTTPA de Balbina.

Fonte: Tomás IgoMunoz Sanches, 2018.

4.2 Material Biológico

Os animais utilizados neste trabalho foram provenientes do acasalamento entre quatro reprodutores machos e quatro fêmeas, de quatro famílias distintas, oriundas do Programa de Melhoramento Genético de Peixes Nativos da EMBRAPA, que compõem o plantel de reprodutores de tambaqui geneticamente melhorados do CTTPA. Os reprodutores encontram-se com aproximadamente 5 anos de idade e todos possuem identificação individual por meio de Pit-Tags (microchips), indicando a família de qual cada exemplar pertence. Para montagem do grupo controle foi utilizado um casal de reprodutores não melhorados que faz parte do plantel de reprodutores do local.

Os animais foram selecionados através de observações de características externas que servem como indicativos de maturação sexual. Nas fêmeas foi observado o abdômen abaulado, papila urogenital intumescida, avermelhada e com uma leve abertura; nos machos

foi verificada a liberação de sêmen a uma leve massagem abdominal.

O sistema de acasalamento empregado foi 1:1 (macho:fêmea). Para este trabalho foram utilizados às proles destes dois grupos de animais (melhorados e não melhorados) que serão descritas aqui como Linhagens A, B, C e Controle (Figura 2).

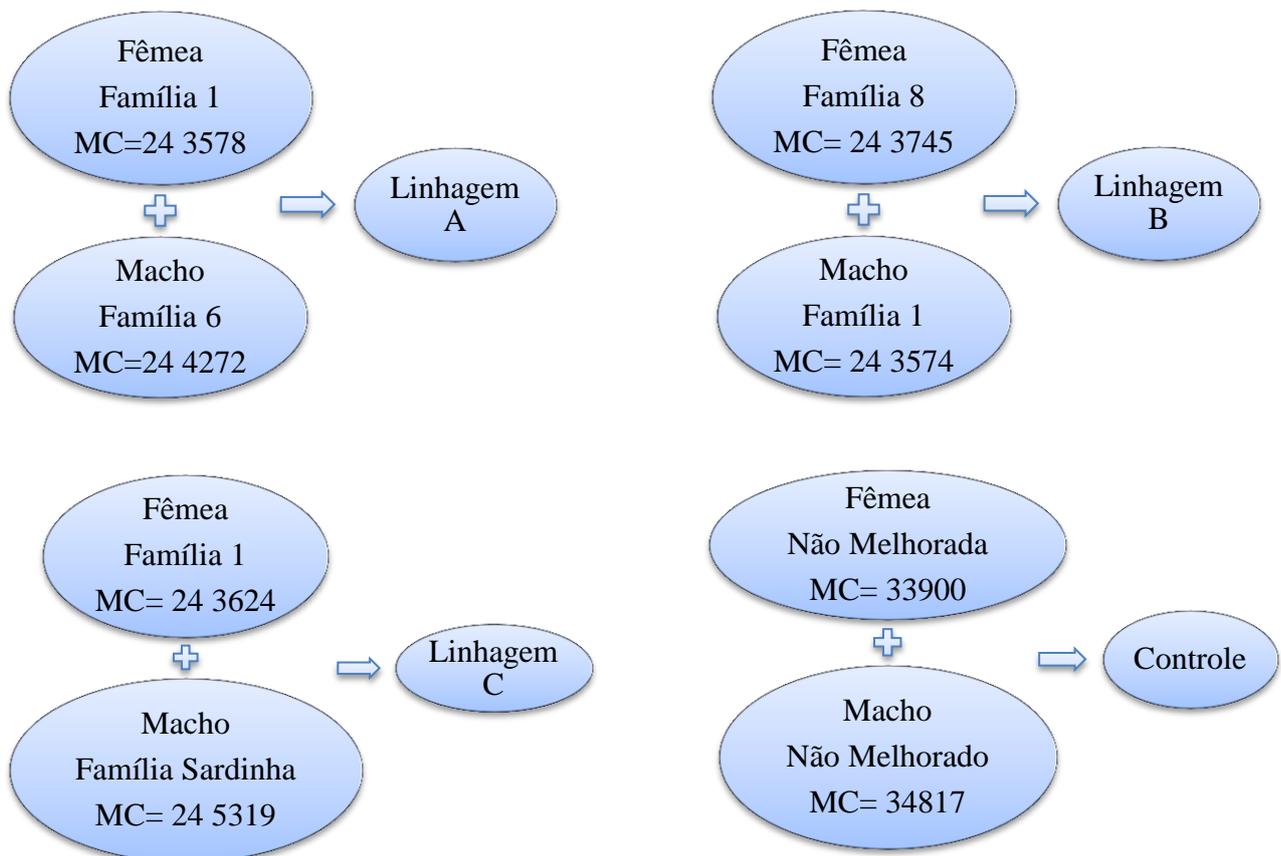


Figura 2. Fluxogramas do Sistema de Acasalamento e formação dos tratamentos.

Fonte: dados da pesquisa, 2019; MC = microchip do plantel.

Os reprodutores foram submetidos ao processo de indução hormonal, seguindo a metodologia utilizada no CTTPA de Balbina (Figura 3).

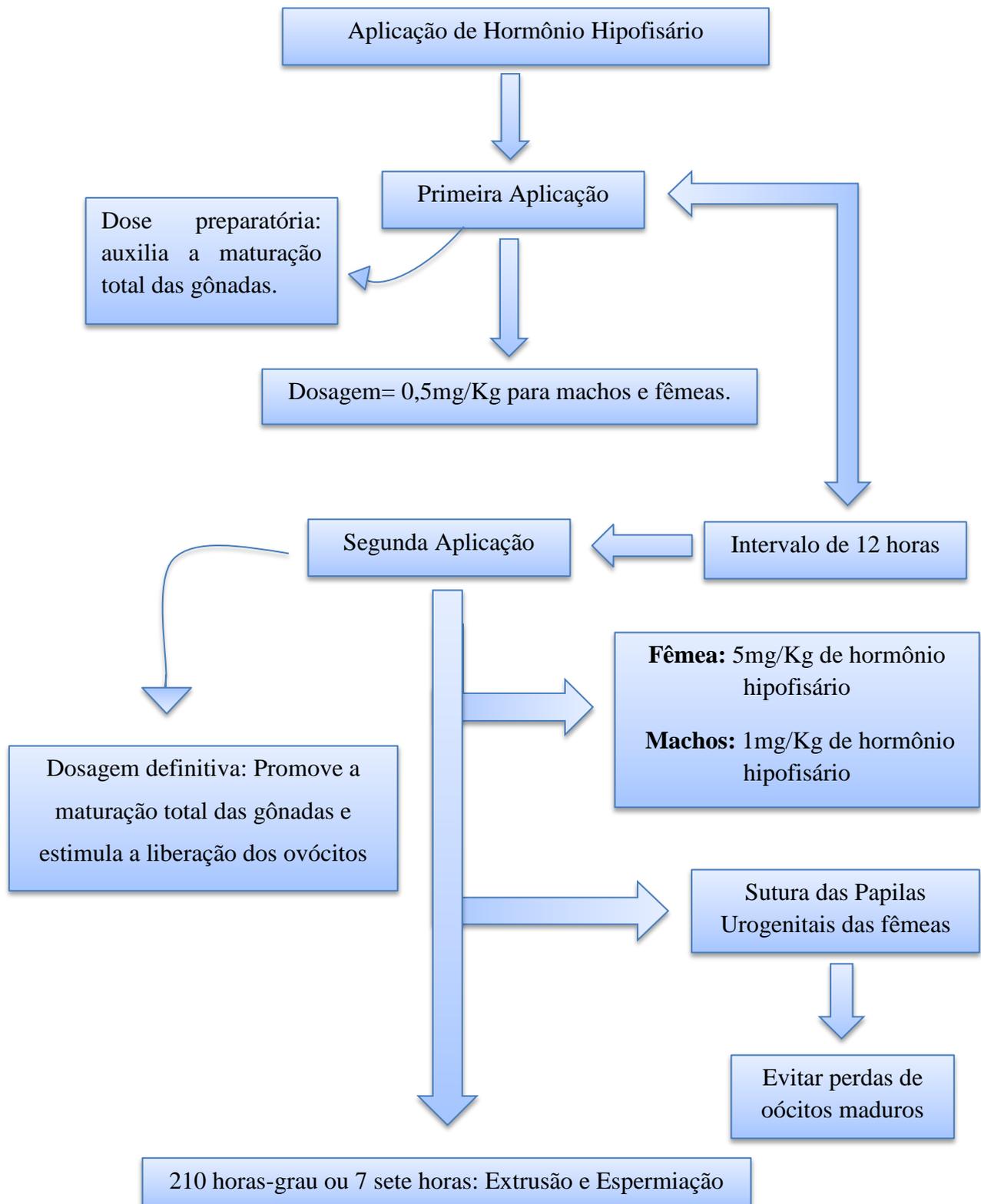


Figura 3. Fluxograma sobre a aplicação de dosagens dos hormônios hipofisários.

Fonte: CTTA de Balbina. Adaptado por Viviann Leal, 2019.

Os ovos foram para incubadoras identificadas com uma etiqueta contendo informações como o número dos chips e a família dos casais, conforme o sistema de acasalamento. O uso

dessas etiquetas foi para garantir a rastreabilidade dos tratamentos.

4.3 Manejo de pós-larvas até juvenis para experimentação

Sete dias após a eclosão foi realizado a transferência das pós-larvas para os viveiros. Foram separadas aproximadamente 60 mil pós-larvas de cada linhagem melhorada (A, B, C) e 60 mil pós-larvas não melhoradas para o peixamento de 4 viveiros. Todos os viveiros utilizados possuíam uma área de 600m². As pós-larvas foram alimentadas diariamente quatro vezes ao dia com ração comercial extrusada e moída contendo 42% de proteína bruta (PB). O arraçoamento seguiu o cronograma utilizado no CTTPA (Quadro 1).

Quadro 1. Recomendações da quantidade de ração a ser ofertada para pós-larvas nas primeiras semanas.

Viveiros de 600 m ² com 100.000 pós-larvas	
Semanas	Quantidade de ração
1 ^a semana	1 Kg de ração
2 ^a semana	2 Kg de ração
3 ^a semana	3 Kg de ração
4 ^a semana	4 Kg de ração

Fonte: CTTPA de Balbina. Adaptado por Viviann Leal, 2019.

Exemplo para os cálculos da quantidade de ração fornecida para as pós-larvas, conforme o Quadro 1.

Cálculo para a primeira semana de arraçoamento:

$$\begin{array}{r}
 \text{Pós-larvas} \qquad \qquad \qquad \text{Ração} \\
 100.000 \text{ pls} \text{ -----} 1 \text{ Kg de ração} \\
 60.000 \text{ pls} \text{ -----} \quad \quad \quad \times \\
 X = \frac{60.000 \text{ pls} * 1 \text{ Kg de ração}}{100.000 \text{ pls}} \\
 X = 0,6 \text{ Kg ou } 600 \text{ g de ração/ dia.}
 \end{array}$$

A partir da quinta semana o cálculo da ração foi com base na biomassa dos juvenis. Portanto, foram realizadas biometrias mensais para acompanhar o crescimento dos juvenis. Ao atingirem peso superior a 20 g foi realizada a marcação de 40 juvenis de cada Linhagem melhorada: A, B, C e 40 juvenis de tambaqui não melhorados, somando 160 animais.

4.4 Manejo dos alevinos para a marcação individual

Foram realizadas as despesas nos viveiros e os juvenis foram alojados em quatro tanques de azulejos com renovação constante de água. Cada tanque foi marcado com pincel indicando a linhagem contida nele. Os juvenis foram capturados como auxílio de um puçá, em seguida, anestesiados em solução de eugenol (50mg/L).

Foi preparada uma mesa para a aplicação dos microchips com os seguintes materiais: microscópio (Lupa) binocular; aplicadores (forma de seringa); microchips- PIT TAGG; leitor digital; desinfetante a base de iodo; placa Petri; Pinças; algodão; água destilada; planilhas para cada linhagem (Figura 4).

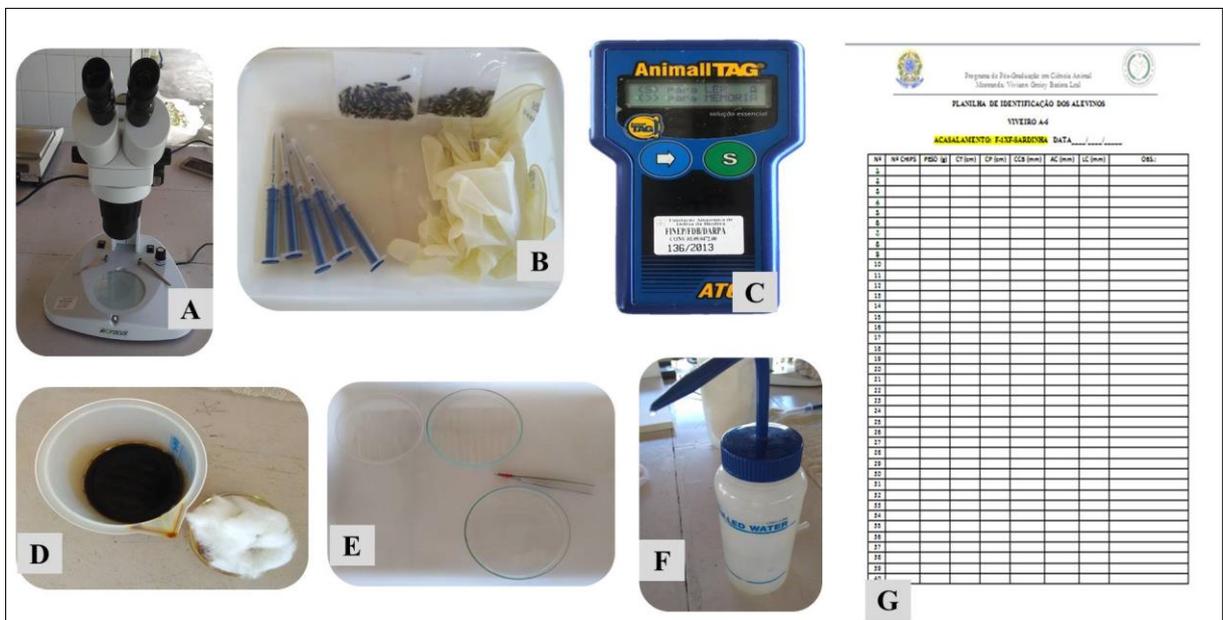


Figura 4. Materiais utilizados para o processo de marcação individual dos alevinos. A- microscópio (lupa), B- aplicadores e microchips, C- leitor digital, D- Iodo e algodão, E- placas Petri e pinça, F- água destilada e G- planilha.

Fonte: Leal, 2018

Todos os juvenis, após serem anestesiados, passaram por análise parasitológica, foram verificados brânquias e olhos com o auxílio da Lupa, aqueles que apresentaram-se saudáveis seguiram para o processo de marcação. Os microchips possuem uma numeração única, oferecendo uma identificação segura dos peixes.

Para a implantação os microchips foram imersos em solução bactericida e fungicida a base de iodo, para a esterilização química do produto, com a peça foram transferidos para uma placa Petri (Figura 5), onde foi realizada a leitura dos números, com o leitor digital, os quais

foram transcritos para uma planilha que continha os dados referentes à linhagem que estava sendo manejada.

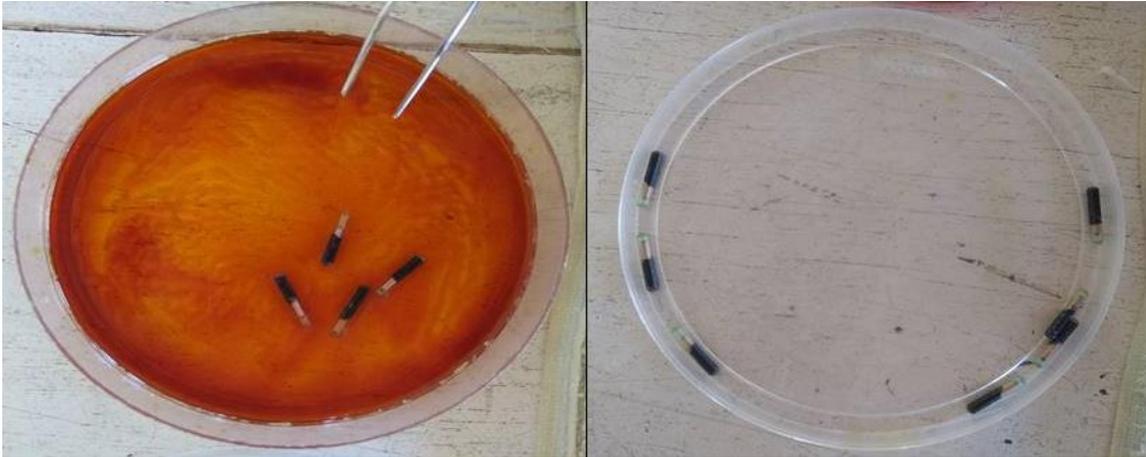


Figura 5. Esterilização química dos microchips.

Fonte: Leal, 2018

Após a leitura, o microchip foi inserido cuidadosamente na agulha do aplicador para ser implantado na região adjacente à nadadeira dorsal de cada juvenil, tendo como padrão o lado direito dos animais. Foi realizada a assepsia do local com algodão embebido de solução iodada para evitar possíveis infecções (Figura 6), em seguida, foi feita novamente a leitura do microchip, para evitar erros na identificação dos números.



Figura 6. Processo de marcação dos alevinos

Fonte: Leal, 2018

Os peixes devidamente marcados foram direcionados a outro tanque de azulejo a espera do término da marcação dos outros animais. Ao concluir o processo de marcação os 160 animais foram transferidos para um tanque de concreto de 45 m² e permaneceram por 15 dias em observação.

4.5 Desenho experimental

O desenho experimental foi estruturado para a criação de 160 juvenis de tambaqui, divididos em três tratamentos (Linhagens A, B e C) e um controle (juvenis de tambaqui não melhorados), foram selecionados 40 indivíduos para compor cada tratamento e o grupo controle.

Após os quinze dias de observação os 160 animais foram alojados no mesmo viveiro com área de 600 m², a densidade foi de 0,26 peixes/m², dessa forma todos os peixes foram expostos às mesmas condições de criação. Cada peixe foi considerado uma unidade amostral, tendo suas medidas mensuradas ao longo de todo o experimento, que teve duração de 122 dias, tempo considerado como ciclo de engorda para a produção de tambaqui com peso médio de 300 a 500 g, popularmente conhecido como tambaqui “curumim”.

4.6 Manejo Alimentar e Biometrias

Foram realizadas as contagens, as leituras dos microchips e a primeira biometria dos juvenis que iniciaram o experimento com peso médio de $58,08 \pm 24,44$ g e comprimento total de $17,73 \pm 1,72$ cm.

A alimentação foi realizada com rações comerciais extrusadas com teor de proteína bruta (PB) que variaram durante o período experimental, Tabela 1.

Tabela 1. Teor de proteína bruta das rações e as biomassas utilizadas para a alimentação dos peixes.

Período	Dias do experimento	Teor de PB das rações	Biomassa
06/09 a 03/10/2018	28 dias	36 %	7 %
05/10 a 04/11/2018	31 dias	32 %	5%
06/11 a 04/12/2018	29 dias	28 %	3%
06/12/2018 a 07/01/2019	33 dias	28 %	2%

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

A ração foi fornecida diariamente, duas vezes ao dia (8:00 e 17:00 horas). Foi estabelecido um jejum de 12 horas antes de realizar as biometrias.

As biometrias foram realizadas mensalmente para avaliar o padrão de crescimento de cada tratamento. Os peixes foram anestesiados em solução de eugenol (50mg/L), ao atingir o estágio de anestesia profunda, ou seja, quando apresentaram a perda total de equilíbrio, foram

capturados para realização dos procedimentos. Primeiramente, foi realizada a leitura do microchip e a verificação de presença de parasitas nas brânquias, olhos e tegumento com auxílio de um microscópio LUPA binocular. Após foram registrados os seguintes dados: peso, comprimento total, comprimento padrão, tamanho de cabeça, altura do corpo e largura corporal (Figura 7).

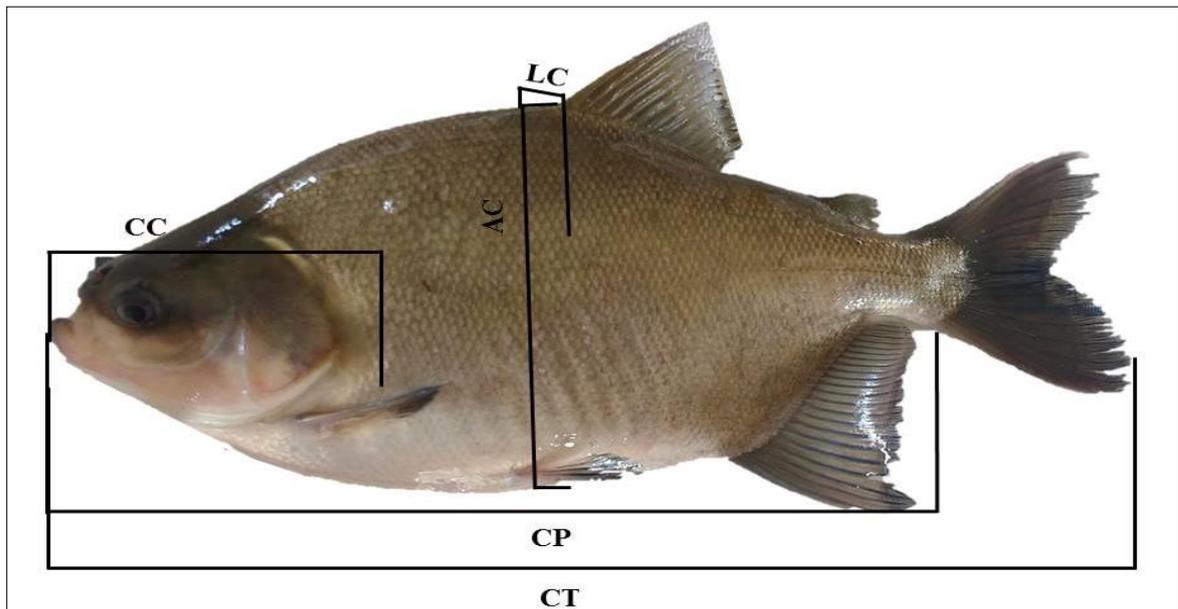


Figura 7. Medidas morfométricas avaliadas Comprimento total (CT), Comprimento Padrão (CP), Comprimento da Cabeça (CC), Altura do Corpo (AC) e Largura do Corpo (LC).

Fonte: Leal, 2018

Para as medidas foram consideradas tais dimensões:

- CP- compreendido desde a extremidade anterior da cabeça até o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal);
- CT- compreende da extremidade anterior da cabeça e término da nadadeira caudal.
- CC- trata-se da distância compreendida da extremidade do focinho à extremidade posterior do opérculo;
- AC- medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal;
- LC- tomada na região do 1º raio da nadadeira dorsal;

Como complemento, foram calculadas as seguintes razões morfométricas:

- CC/CP = comprimento da cabeça / comprimento padrão;
- AC/CP = altura do corpo / comprimento padrão;
- LC/CP = largura do corpo / comprimento padrão;
- LC/AC = largura do corpo / altura do corpo;

Para tomada das medidas foram utilizados ictiômetro e paquímetro digital graduado em milímetros (mm) e balança digital com capacidade para 20 Kg.

Os parâmetros de desempenho zootécnico dos peixes avaliados foram:

- Peso inicial;
- Peso final;
- Ganho de peso, $GP = (\text{peso final}) - (\text{peso inicial})$;
- Taxa de crescimento específico, $TCE = [(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{período}] \times 100$;
- Sobrevivência, $S = (\text{número de animais final} / \text{numero de animais inicial}) \times 100$.

4.7 Análises de qualidade da água

As variáveis da qualidade da água: oxigênio dissolvido ($4,61 \pm 1,01 \text{mg/L}$), temperatura ($29,85 \pm 1,2 \text{ °C}$), condutividade elétrica ($32,37 \pm 7,05$) e pH ($6,20 \pm 0,231$) foram aferidas a cada 20 dias no período da manhã e foram realizadas, *in loco*, utilizando aparelhos digitais. Essas variáveis mostraram-se dentro dos limites aceitáveis para a criação da espécie em estudo (MELO, IZEL, RODIGUES, 2001; CONAMA, 2005).

4.8 Análises Estatísticas

Foi realizada uma análise descritiva dos dados contínuos dos índices zootécnicos e morfométricos por meio das medidas de tendência e dispersão. A variabilidade relativa foi medida através do coeficiente de variação (CV). Análises de variâncias foram usadas para comparar os índices zootécnicos de tambaqui entre os tratamentos, quando atendido os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância, em seguida foram submetidos ao teste de Tukey (ZAR, 1999), ao nível de 5% de confiança. Para os dados que não atenderam os requisitos da ANOVA foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. Todas as análises foram realizadas no Programa R, usando as funcionalidades do pacote Vegan.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desempenho Zootécnico

5.1.1 Sobrevivência

A taxa de sobrevivência foi de 100% para todos os tratamentos e grupo controle. Isso pode estar relacionado ao controle de ataque de potenciais predadores como jacarés, cobras, ariranhas e pássaros, através da utilização de rede de proteção anti-pássaro por toda a extensão do viveiro durante o período experimental. As condições ambientais, como a qualidade da água, também foi fundamental para a obtenção deste resultado, denotando que estas manteve-se dentro dos limites aceitáveis para a sobrevivência dos animais.

Resultado semelhante ao deste estudo foi encontrado por Batista (2017) avaliando o desempenho de diferentes famílias de juvenis de tambaqui da terceira geração melhorada observou uma taxa de 100% de sobrevivência para três das quatro famílias. Aguiar (2015) trabalhando com juvenis de tambaqui melhorados e não melhorados geneticamente, em condições semelhantes à deste trabalho obteve 100% de sobrevivência para todos os tratamentos. Esses valores são corroborados por Arbeláez-Rojas *et al.* (2002) que testaram dois tipos de sistema de produção de juvenis de tambaqui, semi-intensivo e intensivo no período de 170 dias e constatou uma taxa de sobrevivência de 100% e 96%, respectivamente.

O tambaqui é uma espécie conhecida por sua rusticidade e alta tolerância as condições de manejo e à qualidade da água de criação, características que possivelmente colaboraram para a sobrevivência dos animais durante o período experimental. Além, das tomadas de boas práticas de manejo realizadas nas biometrias foram fundamentais para a obtenção deste resultado.

Os resultados obtidos na análise descritiva dos índices de desempenho zootécnicos encontram-se detalhados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de média, Desvio Padrão (DP), Mínimo, Máximo e Coeficiente de Variação (CV) do Peso Inicial, Peso Final, Ganho de Peso, Taxa de Crescimento Específico, dos tratamentos.

Índices zootécnicos	Tratamentos	Média ± DP	Mín – Máx	CV (%)
Peso Inicial (g)	A	62,37 ± 25,66	21,10 - 125,00	41,47
	B	63,95 ± 21,36	27,70 - 106,40	33,41
	C	41,38 ± 14,01	24,23 - 85,70	33,86
	Controle	64,95 ± 26,94	28,00 - 129,90	41,47
Peso Final (g)	A	936,10 ± 114,02	710,00 - 1182,00	13,41
	B	872,65 ± 115,45	672,00 - 1172,00	13,23
	C	927,79 ± 111,85	714,00 - 1156,00	12,06
	Controle	940,40 ± 126,13	610,00 - 1236,00	13,41
Ganho de Peso (g)	A	873,73 ± 108,48 ^a	681,60 - 1112,00	12,42
	B	808,70 ± 104,52 ^b	624,00 - 1072,90	12,92
	C	886,41 ± 109,12 ^a	674,30 - 1112,83	12,31
	Controle	875,45 ± 116,26 ^a	582,00 - 1120,80	13,28
Taxa de Crescimento Específico (%)	A	2,23 ± 0,32 ^a	1,56 - 2,94	14,29
	B	2,13 ± 0,24 ^a	1,64 - 2,77	11,22
	C	2,52 ± 0,24 ^b	1,95 - 2,88	9,39
	Controle	2,19 ± 0,28 ^a	1,54 - 2,74	12,98

Legenda: Valores médios seguidos de letras iguais não apresentaram diferença significativa ao nível de 0,05 em cada índice analisado.

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

5.1.2 Peso Inicial e Final

Os animais das linhagens A e B iniciaram o experimento com pesos médios de 62,37g e 63,95g, respectivamente, valores próximos ao peso do grupo controle de 64,95g. A linhagem C, por sua vez, iniciou com o menor peso 41,38g esse fato pode ser justificado pelos problemas apresentados no viveiro, na fase que antecedeu o experimento. O viveiro, devido a um vazamento, não correspondeu de forma eficiente à adubação gerando complicações na qualidade da água (transparência total) e desenvolvimento de plantas flutuantes. Esses problemas ocorreram na fase inicial de vida dos peixes afetando seu desenvolvimento, visto que nesse período a alimentação natural (fitoplânctons e zooplânctons) é de suma importância para o crescimento e sobrevivência dos alevinos (SENHORINI e FRANSOZO, 1994).

Entretanto, a Linhagem C conseguiu aproximar o peso médio final, aos valores da linhagem A e do controle (927,79g, 936,10g e 940,40g, respectivamente). A linhagem B não manteve o padrão de crescimento e apresentou peso final inferior aos demais (872,65g). Porém, ao considerar o período de 122 dias, utilizado para a produção de tambaqui curumim,

todos os tratamentos foram superiores a 500 g. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo fato da baixa densidade de estocagem, sendo que para este trabalho a densidade foi inferior da recomendada para a criação de tambaqui curumim que é de 1-2 peixes/m².

O CV para o peso inicial foi alto (>30%) para todos os tratamentos mostrando uma grande variação dos pesos dentro das linhagens. A alta densidade de estocagem na fase anterior ao experimento pode ter estimulado essa variação gerando um comportamento de dominância hierárquica, e, conseqüentemente, um crescimento heterogêneo dentro dos tratamentos e controle. Pois, no o processo de marcação dos juvenis foi possível denotar a heterogeneidade dos animais, portanto, o elevado valor para o CV do peso inicial foi um fator esperado. Alguns estudos sugerem que o aumento no CV pode estar indicando a ocorrência dominância hierárquica e competição pelo alimento limitando o crescimento de indivíduos subordinados (BRETT, 1979).

Para o peso final o CV foi baixo (<15%) indicando maior homogeneidade nos tratamentos, ressaltando que a densidade durante o período experimental foi de 0,26 peixes/m², fato que pode ter aumentado o consumo de ração, pois não havia competição por alimento. Inoue *et al.* (2014) afirmam que altas densidades diminui o crescimento devido a competição dos animais pelo alimento, redução do consumo individual, aumento de estresse e maior contato entre os animais. Esses fatores não influenciaram o peso final deste estudo. Segundo Melo (2001) a variação do peso de peixes pode aumentar ou diminuir de acordo com o tempo e com a espécie.

5.1.3 Ganho de peso

Aos 122 dias experimentais, não foi detectado diferença significativa entre as Linhagens A e C, assim como, para o grupo controle. Entretanto, o ganho de peso alcançado pela Linhagem B foi inferior aos demais tratamentos. Valores de ganho de peso encontrados neste estudo foram superiores aos obtidos por Marcos *et al.* (2016), que trabalhando com tambaqui avaliaram o desempenho da primeira geração melhorada de 7 famílias e apenas cinco destas demonstraram resultados expressivos, mas ao considerar as 7 famílias obtiveram um ganho de peso 14,8% maior em relação ao controle (animais não melhorados). No atual trabalho, o comportamento de ganho de peso foi observado apenas na linhagem C que apresentou um ganho de 1,2% a mais que os animais não melhorados.

Aguiar (2015) comparou o desempenho de linhagens melhoradas de tambaqui com não melhorados e não constatou diferenças estatísticas quanto ao ganho de peso entre os grupos. Porém, nenhum dos tratamentos atingiu a meta de 500g no período de três meses. No ensaio atual todos os peixes dos tratamentos foram além do esperado de 500g no período de 122 dias. Contudo, a densidade de estocagem utilizada (0,26 peixes/ m²) foi inferior a do trabalho citado (1 peixe/m²), esse fato pode ter sido determinante para o resultado deste trabalho, promovendo o melhor desenvolvimento dos animais que aos 90 dias de experimento apresentavam um ganho de peso superior a 500g.

Os trabalhos utilizando tilápias GIFT tem apresentado resultados positivos para a taxa de crescimento como demonstrado por Silva *et al.*, (2019) que detectaram um ganho de 8,4% para o peso final e 9,5% para o peso de filé para a primeira geração de linhagens de tilápia GIFT, oriundas do programa de melhoramento genético da UEM.

5.1.4 Taxa de crescimento específico

Os peixes dos tratamentos e controle apresentaram a taxa de crescimento específico acima de 2,0 %. A linhagem C apresentou a maior TCE com 2,52%, seguida pela linhagem A com 2,23%, o controle com 2,19% e a linhagem B com 2,13%.

Esses valores são superiores ao verificados por Paula (2009) ao avaliar o desempenho de tambaqui no período de 270 dias, observou uma média de 1,49%. Essa diferença corrobora com Fracalossi *et al.* (2012) que afirmam que a média da TCE diminui com ao longo do tempo.

Apesar das variações que ocorreram dentro dos tratamentos todos obtiveram um CV inferior a 15%, com exceção da Linhagem C que apresentou um CV de 9,39% o que denota um crescimento mais homogêneo. Conforme, Jobling (1994) um coeficiente de variação menor que 10% indica alta homogeneidade dos peixes criados.

Existem algumas experiências com programas de melhoramento genético para tilápias e carpas, que mostram um ganho na taxa de crescimento de até 15% a cada geração (PONZONI *et al.*, 2005). Outro exemplo de programa bem-sucedido é do salmão do Atlântico (*Salmo salar*) onde resultados até a quinta geração sugerem um aumento de 14% na taxa de crescimento por geração, tornando-os duas vezes mais eficiente em crescimento que os selvagens (THODESEN e GJEDREM, 2006).

Segundo Ponzoni (2006) a inexistência de controle de dados individuais, dentro de um programa de melhoramento genético, pode levar ao acasalamento de animais com desempenho produtivo inferior ou igual a animais disponíveis em ambientes naturais. O que pode ter ocorrido neste estudo, pois no local onde foi desenvolvido o trabalho não há um controle sobre os dados individuais de desempenho zootécnico dos reprodutores selecionados, esse fato pode ter ocasionado o resultado inexpressível neste estudo.

Outro fato importante que deve ser citado é de que neste trabalho todos os peixes das diferentes linhagens melhoradas e não melhoradas foram alojados em um único viveiro, isso pode ter influenciado no resultado, dessa forma não foi possível obter informações inerentes de cada linhagem o que daria maior entendimento sobre o desempenho desses animais. Dessa forma não foi possível obter dados para parâmetros fundamentais como, por exemplo, a conversão alimentar que indica quanto de ração consumida foi necessária para aumentar um quilo de peso vivo animal e assim indicar com mais segurança a linhagem que apresentou o melhor desenvolvimento.

5.2 Análise Morfométrica

As medidas morfométricas são ferramentas importantes para avaliar o crescimento e o desenvolvimento corporal dos animais e levam em consideração as peculiaridades de cada espécie, podem, também, influenciar o peso e o rendimento de filé sem que haja a necessidade de abater os peixes (FOGAGNOLI *et al.*, 2010; CIBERT *et al.*, 1999; DIODATTI *et al.*, 2008).

Na Tabela 3 encontram-se os valores das medidas e razões morfométricas dos peixes das linhagens melhoradas e dos peixes não melhorados. De acordo com os dados, os tambaquis não melhorados são animais estruturalmente maiores, pois apresentaram maiores médias para os comprimentos: total, padrão e da cabeça, além da altura do corpo, porém quanto aos rendimentos cárneos na área de lombo apresentou a menor largura, isso pode estar demonstrando um crescimento tecidual mais lento nesses animais. Em relação aos peixes melhorados a linhagem C apresentou as melhores médias para comprimento total, altura corporal, comprimento da cabeça e largura do corpo, isso demonstra que são animais maiores longitudinalmente na horizontal e na vertical, sendo estas características representativas do crescimento, assim como a largura corporal que indica que esses animais possuem mais deposição de músculos na região do lombo. A linhagem B obteve as menores médias para os comprimentos totais, padrão, da cabeça, assim como para a altura do corpo, entretanto

apresentaram largura corporal semelhante as demais linhagens, isso significa que os peixes desta linhagem são animais relativamente menores com rendimentos cárneos significantes no lombo, ou seja, são animais menores, mas com lombos mais grossos.

Tabela 3. Valores da Média, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) da análise morfométrica do Comprimento Total (CT), Comprimento Padrão (CP), Comprimento da Cabeça (CC), Altura do Corpo (AC), Largura do Corpo (LC), e das Razões Comprimento da Cabeça/Comprimento Padrão (CC/CP), Altura do Corpo/ Comprimento Padrão (AC/CP), Largura do corpo/ Comprimento padrão e Largura do Corpo/Altura do Corpo (LC/AC).

Variáveis	Tratamentos							
	Linhagem A		Linhagem B		Linhagem C		Controle	
	Média ± DP	CV (%)	Média ± DP	CV (%)	Média ± DP	CV (%)	Média ± DP	CV (%)
CT	36,24 ± 1,86	5,13	35,32 ± 1,36	3,84	36,66 ± 1,15	3,13	37,49 ± 1,54	4,12
CP	28,72 ± 1,10	3,83	28,02 ± 2,16	7,71	28,43 ± 1,54	5,42	29,28 ± 1,24	4,24
CC	10,09 ± 0,58	5,75	9,98 ± 0,53	5,28	10,41 ± 0,45	4,36	10,30 ± 0,43	4,19
AC	14,03 ± 0,66	4,71	13,80 ± 0,65	4,68	14,12 ± 0,85	6,02	14,21 ± 0,72	5,07
LC	4,73 ± 0,30	6,28	4,74 ± 0,31	6,57	4,79 ± 0,29	6,12	4,67 ± 0,30	6,53
Razões Morfométricas								
CC/CP	0,35 ± 0,01 ^a	4,02	0,36 ± 0,02 ^{ab}	5,96	0,37 ± 0,02 ^b	6,61	0,35 ± 0,01 ^a	3,62
AC/CP*	0,49 ± 0,01 ^a	2,67	0,49 ± 0,03 ^a	5,69	0,50 ± 0,04 ^a	7,71	0,49 ± 0,02 ^a	3,40
LC/CP	0,165 ± 0,008 ^a	4,88	0,170 ± 0,008 ^b	4,72	0,167 ± 0,008 ^{ab}	5,08	0,159 ± 0,01 ^a	4,56
LC/AC	0,34 ± 0,01 ^a	4,44	0,34 ± 0,02 ^a	5,00	0,34 ± 0,02 ^a	7,33	0,33 ± 0,01 ^a	4,03

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 0,05. *Teste Kruskal-Wallis.

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

Para as razões morfométricas foram verificadas diferenças estatísticas para o comprimento da cabeça em relação ao comprimento padrão e para a largura do corpo em relação ao comprimento padrão entre as linhagens melhoradas e o controle. As linhagens A, B e o controle não diferiram entre si para a razão comprimento da cabeça/comprimento padrão, entretanto a linhagem B foi semelhante a linhagem C indicando que estas linhagens obtiveram uma proporção de cabeça ligeiramente maiores. Para Contreras-Gusmán, (1994) e Bombardelli e Sanches (2008) essa condição conduz a um baixo rendimento de carcaça, devido à cabeça ser considerada uma parte não comestível, portanto, esse parâmetro torna-se importante no momento do beneficiamento do peixe. Entretanto, para o tambaqui essa relação CC/CP não é uma variável de grande influência, ou seja, um fator indesejável, pois esta espécie é comercializada, normalmente, na forma *in natura* sendo apenas eviscerado e a cabeça é aproveitada como parte comestível. Segundo Lima *et al.* (2018), a falta de

padronização de cortes do tambaqui dificulta seu processamento e a agregação de valores sobre o produto, o qual é comercializado como peixe fresco eviscerado.

Ao que se refere à razão largura do corpo/ comprimento padrão a linhagem B apresentou a maior média, porém não diferiu da linhagem C. Contudo, avaliando os valores, as três linhagens utilizadas no estudo apresentaram para essa razão uma média 2,9% maior que o controle. Essa razão está diretamente relacionada ao rendimento de filé dos peixes, pois indica maior proporção de tecido muscular na região do lombo. A região do lombo é considerada uma das partes mais nobres do tambaqui, apesar da presença de espinhas intramusculares, popularmente conhecidas como espinhas em forma de “y” (FERNANDES *et al.*, 2010; CARACIOLO *et al.*, 2001).

Costa (2011) avaliando os efeitos das medidas e razões morfométricas sobre o peso e rendimentos de carcaça e filé de tambaqui constatou que as medidas são mais eficientes para estimar o peso e os rendimentos que as razões morfométricas, isso porque o aumento do peso ocorre de acordo com o crescimento do peixe, ou seja, conforme o desenvolvimento na altura, largura e no comprimento corporal do animal. Com base nessas informações, foi observado que os peixes das linhagens melhoradas obtiveram maiores valores para a largura do corpo, esta variável pode representar um indício de desenvolvimento tecidual mais acelerado em relação aos peixes não melhorados.

Boscollo *et al.* (2001) comparando o desempenho e características de carcaça de duas linhagens de tilápia do Nilo (tailandesa e comum) verificaram que as razões morfométricas altura do corpo/comprimento padrão e largura do corpo/altura do corpo são referentes a conformação do filé, quando há uma maior proporção entre essas razões, determina que os animais são mais corpulentos e Reidel *et al.* (2004) afirmam que as relações comprimento da cabeça/comprimento padrão, altura do corpo/comprimento padrão, largura do corpo/comprimento padrão são importantes para a indústria de processamento do pescado pois, além de indicar a configuração do corpo determinam, também, o percentual de resíduos, indicando quanto das partes do peixe serão aproveitadas e o quanto não é apropriada para o consumo humano. De acordo com Souza (2008) a forma mais comercializada do tambaqui na Amazônia é de peixe inteiro e eviscerado.

Os resultados obtidos neste trabalho foram próximos dos relatados por Serafini (2011) que verificou as medidas e relações morfométrica de tambaqui com 196 dias de criação e

avaliou comprimento padrão, comprimento da cabeça, altura do corpo, largura do corpo e as razões comprimento da cabeça/comprimento padrão, altura do corpo/comprimento padrão e largura do corpo/altura do corpo e apresentou os seguintes valores 28,95 cm, 9,61 cm, 14,76 cm, 4,84 cm, 0,33, 0,51 e 0,33 respectivamente. A metodologia para as mensurações foi a mesma utilizada no atual estudo.

De modo geral, ao analisar todos os dados da morfometria pode-se observar que os peixes melhorados geneticamente não demonstraram superioridade ao grupo controle, ou seja, todos os tratamentos apresentaram resultados similares ao controle em algumas das características de crescimento.

O fato de neste trabalho os animais melhorados não demonstrarem a superioridade esperada em relação aos não melhorados, não significa que o programa de melhoramento genético de tambaqui é ineficaz, mas torna-se necessário a exploração e realização de trabalhos nessa área com a intenção de obter maiores informações de dados zootécnicos desses animais para que, futuramente, seja possível fazer correlações e determinações de ganhos genéticos entre gerações.

No CTTPA de Balbina está sendo iniciado um plantel de reprodutores da primeira geração de tambaqui melhorado, com intuito de dar prosseguimento no programa de melhoramento dessa espécie e suporte para realização de mais pesquisas na área.

6 CONCLUSÃO

Dentre as linhagens melhoradas a linhagem B foi a que apresentou o menor desempenho zootécnico e menores dimensões corporais, apesar disto, demonstrou possuir maior deposição de massa muscular na região do lombo. A linhagem C obteve a melhor taxa de crescimento específico e maior conformação corporal indicando que os peixes desta linhagem apresentaram o melhor crescimento no período experimental. Porém os peixes não melhorados também obtiveram resultados positivos para o crescimento.

Contudo, é possível afirmar que os peixes melhorados oriundos do programa AquaBrasil e os peixes não melhorados superaram o peso estimado de 500g no período de 122 dias de criação, tempo utilizado no estado para a produção de tambaqui curumim.

Sendo assim, para a continuação do Programa de Melhoramento Genético do Tambaqui no Amazonas, sugere-se a seleção da linhagem C, pois esta foi a única linhagem que demonstrou um ganho de peso 1,2% maior que os animais não melhorados.

7 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. P.S. **Comparação do desempenho zootécnico entre juvenis de *Colossoma macropomum* melhorados geneticamente e não melhorados.** 2015. 42 f. Monografia (Engenharia de Pesca) - Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, RO. 2015.
- ALBUQUERQUE, D.M. **Variabilidade genética de *Pseudoplatystoma reticulatum* do programa de melhoramento genético.** 2014. 52 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2014.
- ALMEIDA, T. R. V. **Efeito de diferentes níveis de energia metabolizável na composição tecidual da carcaça e dos cortes de cordeiros da raça Santa Inês.** 2005. 127p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. A adaptação de peixes aos ambientes de criação. In: **VAL, A. L.; HONCZARYK, A.** (Ed.). Criando peixes na Amazônia. Manaus: INPA, 1995. p. 45-49.
- ALVES, D.D. Compensatory growth in beef cattle. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 98, p.61 – 67, 2003.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. **Sociedade Civil Mimirauá/CNPq**. Tefé/Am, 1998. 187p.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A., FRACALOSSO, D. M., FIM, J. D. I. Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Bryconcephalus*, em Sistemas de Cultivo Criação Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
- BATISTA, B. R. **Desempenho de diferentes famílias de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) da Terceira geração melhorado geneticamente.** 2017. 32 f. Monografia (Graduação em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.
- BOMBARDELLI, R. A., SANCHES, E. A. Avaliação das características morfométricas corporais, do rendimento de cortes e composição centesimal da carne do armado (*Pterodorasgranulosus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 34(2): 221 - 229, 2008.
- 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.
- BRETT, J. R. Environmental factors and growth. In: HOAR, W. S; RANDALL, D. J.; BRETT, J. R. (Eds.). **Fish physiology**. Orlando: Academic Press, 1979. V. 8. P. 599-675.
- CAVALLIERI, R. F. D. **Avaliação econômica e de desempenho de duas linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com duas rações comerciais, criadas**

em gaiolas no rio Iguazu – reservatório de salto caxias. 2016. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, 2016.

CARACIOLO, M.S.B.; KRUGER, S.R.; COSTA, F.J.C.B. Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne de tambaqui. **Panorama da Aquicultura**, v.11, n.67, p.25-29, 2001.

CIBERT, C.; FERMON, Y.; VALLOD, D.; MEUNIER, F. J. Morphological screening of carp *Cyprinus carpio*: relationship between morphology and fillet yield. **Aquatic Living Resources**, v.12, p.1-10. 1999.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente; Resolução Nº 357/05 - **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Brasília (Brasil): Ministério do Meio Ambiente; 2005.

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

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

DIODATTI, F. C.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A.; RIBEIRO, P. A. P. MURGAS, L. D. S. Parâmetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*). **Anales de Veterinaria** ed Murcia. v. 24, p. 45-55, 2008.

FERNANDES, T.R.C.; DORIA, C.R.C.; MENEZES, J.T.B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n.1, p.45-52, 2010.

FRACALOSSI, D. M.; RODRIGUES, A. P. O.; SILVA, T. S. C.; CYRINO, J. E. P. Técnicas Experimentais em Nutrição de Peixes. In: FRACALOSSI, D. M. e CYRINO, J. E. P. Florianópolis: **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 2012. xxiii, 375 p.

FOGAGNOLI, A. F. M.; SILVA, E. A. da; AMORIM, C. A.; FOGAGNOLI, S. W.; NIETO, L. M.; CALVIS, D. S. Morfometria, avaliações visuais (EPMURAS) e desempenho em animais da raça nelore. **Caderno de PósGraduação**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2010.

FU, J. et al. Genetic parameter estimates for growth of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, at 10 and 18months of age. **Aquaculture**, v. 450, p. 342-348, 2016.

GANDRA, A. L. O Mercado do Pescado da Região Metropolitana de Manaus. **Infopesca**, FAO: Brasil; 2010. Disponível em: <<http://www.infopesca.org/sites/default/files/complemento/publilibreacceso/282/Manauscompleto.pdf>>. Acesso em: 24/03/2019.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003.

GJGEN, H. M.; BENTSEN, H. B.. Past, present, and future of genetic improvement in salmon aquaculture. - **ICES Journal of Marine Science**, 54: 1009-1014. 1997.

GRAEF, E.W. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. In: **VAL, A.L.; HONCZARYK, A.** (Eds.). Criando peixes na Amazônia. Manaus: INPA, 1995. p.29-43.

HULATA, G. Genetic manipulations in aquaculture: a review of stock improvement by classical and modern Technologies. **Genetica** 111: 155–173, 2001.

INOUE, L.A.K.A.; BEZERRA, A. C.; MIRANDA, W. S.; MUNIZ, A. W.; BOIJINK, C. L. Cultivo de tambaqui em gaiolas de baixo volume: efeito da densidade de estocagem na produção de biomassa. **Ciência animal brasileira**. Goiânia, v.15, n.4, p. 437-443. 2014.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. (2004). Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. Manaus-AM. **Embrapa Amazônia Ocidental**, (Doc. 32).

JOBLING, M. 1994. **Fish bioenergetics**. Chapman & Hall, London. 294pp.

LIMA, C. A. S.; MACHADO-BUSSONS, M. R. F.; PANTOJA-LIMA, J. Classificação dos sistemas de produção e grau de impacto ambiental das pisciculturas no estado do Amazonas, Brasil. **Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA**, vol. 11, núm. 1, 2019.

LIMA, L. K. F.; NOLETO, S. S.; SANTOS, V. R. V.; LUIZ, D. B.; KIRSCHNIK, P. G. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes cortes e categorias de peso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.12, n.2, p. 223 -222 abr - jun (2018).

LIMA, M. S. Os fluxos de conhecimentos na piscicultura do Estado do Amazonas. **ConTexto**, Porto Alegre, v. 5, n. 8, 2º semestre 2005.

MACHADO, M. R. F. **Características morfológicas e corporais de Curimbatá prochilodus lineatus (characiforme: Prochilodontidae) dos estoques migradores e Residentes do rio mogi-guaçu**. 2007. 80P. Dissertação (Pós - graduação em Aqüicultura). Jaboticabal, São Paulo, 2007.

MARCOS, R.; POVH, J. A.; FORNARI, D. C. et al. Weight gain and morphometric growth of genetically improved tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Semina: Ciências Agrárias** 37: 2521-2527. 2016

MELO, F. **Análise genética de característica de crescimento do Colossoma macropomum e identificação de novos promotores de crescimento muscular utilizando como espécie**

modelo Oncorhynchus mykiss. 2013. 113f. Tese (Doutor em Zootecnia). Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MELO, J. S. C. Variabilidade relativa no crescimento de matrinxã (*Bryconcephalus*) e tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*). **Boletim técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 14. p. 19-24. 2001.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas. Manaus, **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2001. 25p.

OLIVEIRA, A. M. D.; SILVA, M. D. N. P.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. D.; VAL, A. L. Caracterización de la actividad piscícola en las meso regiones del estado del amazonas, amazonía brasileña. **Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA**, v. 4, n. 1, p. 154-162, 8 jan. 2012.

OLIVEIRA, A. M. da S. **Curvas de crescimento de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem GIFT.** 2013. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2013. Aquidauana, MS: UEMS, 2013.

OLIVEIRA, C.A.L.; RIBEIRO, R.P.; STREIT JR, D.P. et al. Melhoramento genético de peixes. Uma realidade para a piscicultura brasileira. **Panorama da Aquicultura**, v.22, n.139, p.38-47, 2012.

PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda.** 2009. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência animal). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2009.

PANTOJA-LIMA, J.; SANTOS. S. M.; OLIVEIRA, A. T.; ARAÚJO, R. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A. L., et al. Pesquisa e transferência de tecnologia aliadas para desenvolvimento da aquicultura no Estado do Amazonas. In: **Tavares-Dias, M. & Mariano, W.S.** (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. São Carlos, Editora Pedro & João, 2015.

PEDROZA - FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim Ativos da Aquicultura**. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, Ano 2 - Edição 7 – Janeiro, 2016.

PEIXEBR. **Anuário da PeixeBR da Piscicultura** (2018). Acessado em abril de 2019. Link www.peixebr.com.br, 148p, 2019.

PONZONI, R.W. Genetic Improvement effective dissemination: Keys to prosperous and sustainable aquaculture industries. IN: **Ponzoni,R.W.; Acosta,B.O.; Ponniah, A.G.** Development of aquatic animal genetic improvement and dissemination programs. Malasia. WorldFish Center, 2006, p1-9.

PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, N. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture** 247, 203-210. 2005.

REIDEL, A.; OLIVEIRA, L.G.; PIANA, P.A.; LEMAINSKI, D.; BOMBARDELLI, R.A.; BOSCOLO, W.R. Avaliação de rendimento e características morfométricas do curimatá *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1836), e do piavuçu *Leporinus macrocephalus* (GARAVELLO & BRITSKI, 1988) machos e fêmeas. **Revista Varia Scientia**, 4(8): 71-78. 2004.

RESENDE, E.K.; RIBEIRO, R.P.; LEGAT, A.P.; BENITES, C. **Melhoramento genético em peixes – uma revolução na aqüicultura do Brasil**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/MelhoramentoPeixes/index.htm>. Acesso em: 17/5/2019

RESENDE, E. K. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aqüicultura no Brasil. Aquabrazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.52-57, 2009.

RESENDE, E.K.; OLIVEIRA, C.A.L.; LEGAT, A.P. et al. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, SBMA**, 8., 2010, Maringá.

RIBEIRO, R.P. & LEGAT, A.P. Delineamento de programas de melhoramento genético de espécies aquícolas no Brasil. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2008. 25p.

ROCHA, C. M. C.; RESENDE, E. K.; ROUTLEDGE, E. A. B.; LUNDSTEDT; L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 4-6, 2013

ROMAGOSA, E.; PAIVA, P. de; GODINHO, H.M. et al. Características morfométricas e crescimento do cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), em cativeiro. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**: Maringá, v.25. n.2. p.277-283. 2003.

SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; SILVA, F. F.; FREATO, T. A. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de Linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, set./out., 2007.

SANTOS, V. B. **Crescimento morfométrico e Alométrico de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras. 2004. 101p. Lavras, Minas Gerais, 2004.

SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A. et al. Morfometria do crescimento de alevinos de duas linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*). In: **CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA/ ZOOTECCIA**, 12., 2003, Lavras. Anais...Lavras: UFLA, 2003.

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

SENHORINI, J.A.; FRANSOZO, A. Influência da produtividade dos viveiros e a contribuição da ração na larvicultura do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) HOLMBERG, 1887 (Teleostei, Characidae). **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 7 (único), p. 27-40, 1994.

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

SILVA, B. C.; MARCHIORI, N.C.; SILVA, F. M.; MASSAGO, H. Ganho genético após uma geração de seleção individual para peso final e variáveis morfométricas em tilápia. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** DOI: 10.5965/223811711812019103. 2019.

SOUZA, A.F.L. 2008 **Rendimento, composição química e perfil de minerais das principais espécies de peixes comercializadas no estado do Amazonas.** Manaus. 132p. (Dissertação de mestrado Universidade Federal do Amazonas, UFAM).

SOUZA, P. M.; LOPES, R. H. Análise do processo produtivo do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) curumim na associação de moradores do Santana, Manacapuru-AM. In: **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.** Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Joinville, SC, Brasil, 2017.

SUFRAMA. **Projeto de potencialidades regionais, Estudo de Viabilidade Econômica: Piscicultura.** Brasil. 2003.

THODESEN, J. & GJEDREM, T. Breeding programs on Atlantic salmon in Norway – Lessons learned. IN: **PONZONI, R. W.; ACOSTA, B. O.; PONNIAH, A. G.** Development of aquatic animal genetic improvement and dissemination programs. Malaysia. Worldfish Center, p.22-26, 2006.

ZAR, J. **Biostatistical analysis.** Prentice Hall, New Jersey, 1999.