

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
CURSO ENGENHARIA DE AQUICULTURA

Fernanda Regina da Silva

Transição alimentar de juvenis de tainha (*Mugil liza*), de *Artemia* sp para dieta inerte

Florianópolis

2019

Fernanda Regina da Silva

Transição alimentar de juvenis de tainha (*Mugil liza*), de *Artemia* sp para dieta inerte

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Engenheira de Aquicultura.

Orientador: Prof. Vinicius Ronzani Cerqueira, Dr.

Coorientador: João Vitor de Azevedo Manhães, Msc.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

da Silva, Fernanda Regina
Transição alimentar de
juvenis de tainha (Mugil
liza), de Artemia sp para
dieta inerte / Fernanda Regina
34 p.

Trabalho de Conclusão de
Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em
Engenharia de Aquicultura,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Piscicultura marinha.
3. Mugilidae. 4. Co-Alimentação. 5. Desempenho zootécnico.
- I. Ronzani Cerqueira, Vinicius. II. de Azevedo Manhães, João Vitor . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. IV. Título.

Fernanda Regina da Silva

Transição alimentar de juvenis de tainha (*Mugil liza*), de *Artemia* sp para dieta inerte

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Aquicultura, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 11 de dezembro de 2019.

Prof. Vinicius Ronzani Cerqueira, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Vinicius Ronzani Cerqueira, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng^a de Aquicultura Karinne Lourdes Hoffmann
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr.^a Renata Ávila Ozório
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família e em especial ao meu amado pai Nicolau (in memoriam), que me ensinou como se reerguer e seguir feliz diante das adversidades da vida.

AGRADECIMENTOS

A minha família e aos meus gatos, pelo apoio, paciência e amor incondicional durante toda a minha vida.

Agradeço em especial aos meus pais, por toda dedicação e confiança nesse processo, a quem eu devo tudo, amo vocês.

Aos amigos que fiz e desfiz nesse período, meu eterno obrigado por terem feito parte de todo meu crescimento.

Dentro de inúmeras pessoas maravilhosas que somaram a minha vida, alguns se destacaram em especial, mas sem citar nomes, por enquanto, por que com certeza vou esquecer alguém, eu quero agradecer do fundo do meu coração por toda parceria, calma, noites em claro, estudando ou bebendo e por todo amor que vivemos nesse período.

A Jussara e a professora, e amiga, Anita por terem me apoiado em tantos momentos difíceis, não deixando desistir e me fazendo sempre acreditar que mesmo depois de um momento ruim a alegria será garantida, muito obrigada por todos os abraços e sorrisos.

Aos professores que me proporcionaram o conhecimento, não somente racional, mas a formação do meu caráter e me dedicaram confiança para aprender e ser um profissional.

A Universidade Federal de Santa Catarina, que me proporcionou conhecer pessoas e vivenciar momentos incríveis, obrigada aos técnicos, pessoal da limpeza, administrativo, RU, BU, meu profundo agradecimento a todos.

Ao programa de mobilidade acadêmica da UFSC, que me proporcionou conhecer outra realidade, outras experiências, outras pessoas e me permitiu criar laços que levarei para vida. Obrigada Jaque, Firmino, Felipe, Matheus, Isaac, Otávio, Juvenal, Gabi, Malu, João Villa, Léo, Lucas, Edson (Japa), Pati e Tau por terem sido minha família e me acolhido tão bem no momento que estive com vocês no Paraná, agradeço não só a eles, mas a todos que fizeram parte e de alguma forma me deram amor nesse tempo longe de casa.

A equipe LAPOM e LAPMAR pelo tempo que estive nos laboratórios, obrigada por todo o aprendizado, festas, cafés, brigas e momentos únicos que passei com vocês. Raoani, João Vitor e Caio obrigada por me ensinarem tanto.

Ao meu orientador e professor Vinicius, por ter aceitado o desafio de conviver e compartilhar comigo todo o seu conhecimento.

As amigas que ganhei e levarei pra vida, Karinne e Gaby, por todo companheirismo durante a faculdade.

Agradeço a todos, que foram ou não citados aqui, mas que de alguma forma fizeram parte e contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

E por fim, agradeço ao meu pai, que infelizmente não está presente, em corpo, para ver a finalização deste trabalho. Obrigada por sempre estar comigo e se a cada dia me transformo em alguém melhor devo isso inteiramente ao senhor, por nunca ter desistido de mim e ter me dado à chance de viver uma vida linda ao seu lado, te amo pai.

RESUMO

Tendo a alimentação um dos maiores custos dentro da produção aquícola e o período de larvicultura um dos mais críticos, principalmente pela primeira mudança no alimento ofertado, este estudo avaliou o efeito da transição alimentar em diferentes idades em juvenis de tainha (*Mugil liza*), do alimento vivo *Artemia* sp para dieta inerte. Um experimento foi conduzido por 17 dias com 273 juvenis ($0,0133 \pm 0,006$ g e $0,793 \pm 0,160$ cm) que foram estocados em 12 unidades experimentais cada, totalmente ao acaso. O experimento consistiu em quatro tratamentos em triplicata (T28, T31, T34 e T37), onde os animais iniciaram a transição alimentar em diferentes idades, sendo 28, 31, 34 e 37 dias após a eclosão (DAE), respectivo os tratamentos. Os juvenis foram alimentados com metanúplio de artêmia e ração comercial com 55% proteína bruta. Os resultados médios das variáveis físico-químicas da água foram $24,07 \pm 0,87$ °C, $6,25 \pm 0,39$ mg.L⁻¹, $7,78 \pm 0,09$, $0,50 \pm 0,41$ mg.L⁻¹ e $33,88 \pm 0,64$ ‰ para temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia e salinidade, respectivamente. Foi observado que a mortalidade, o fator de condição e o coeficiente de variação de comprimento não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) com o aumento da idade na transição alimentar. O ganho de peso e crescimento foram significativamente maiores no T31 ($0,182 \pm 0,009$ g, $1,166 \pm 0,075$ cm, respectivamente) diferindo apenas do tratamento onde a transição iniciou com 28 DAE, já o coeficiente de variação de peso apresentou uma maior variação no T28 ($67,5 \pm 11,7$ %), indicando uma maior heterogeneidade entre os animais. Com os resultados encontrados pode-se indicar que o período de co-alimentação em juvenis de tainha pode ser iniciado no período de 31 DAE, uma vez que esse tratamento não diferiu significativamente dos tratamentos com 34 e 37 dias após a eclosão.

Palavras-chave: Piscicultura marinha. Mugilidae. Co-Alimentação, Desempenho zootécnico.

ABSTRACT

With feeding being one of the highest costs within aquaculture production and the larval rearing period one of the most critical, mainly due to the first change in the food offered, this study assessed the effect of food transition at different ages on mullet (*Mugil liza*) juveniles, from live *Artemia* sp to inert diet. An experiment was conducted for 17 days with 273 juveniles (0.0133 ± 0.006 g and 0.793 ± 0.160 cm) that were stored in 12 experimental units each, totally at random. The experiment consisted of four treatments in triplicate (T28, T31, T34 and T37), where the animals began the food transition at different ages, 28, 31, 34 and 37 days after hatching (DAE), respectively the treatments. The juveniles were fed with brine shrimp metanauplii and commercial feed with 55% crude protein. The mean results of the physical-chemical water variables were 24.07 ± 0.87 °C, 6.25 ± 0.39 mg.L⁻¹, 7.78 ± 0.09 , 0.50 ± 0.41 mg.L⁻¹ and 33.88 ± 0.64 ‰ for temperature, dissolved oxygen, pH, ammonia and salinity, respectively. It was observed that mortality, condition factor and length coefficient of variation did not show significant differences ($p > 0.05$) with the increase in age at food transition. Weight gain and growth were significantly higher at T31 (0.182 ± 0.009 g, 1.166 ± 0.075 cm, respectively) differing only from the treatment where the transition started with 28 LAD, while the coefficient of variation of weight showed a greater variation at T28 (67.5 ± 11.7 %), indicating greater heterogeneity among the animals. With the results found, it can be indicated that the co-feeding period in mullet juveniles can be started in the period of 31 AEDs, since this treatment did not differ significantly from the treatments with 34 and 37 days after hatching.

Keywords: Marine fish farming. Mugilid, Co-feeding, Zootechnical performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Mugil liza</i>	16
Figura 2 - Croqui de localização do LAPMAR	19
Figura 3 - Esquema de transição alimentar	21
Figura 4 – Unidades experimentais.....	22
Figura 5 - Procedimento de biometria dos juvenis. (A) Animais sendo medidos com auxílio de régua e (B) Pesagem dos animais em balança de precisão.	24
Figura 6 - Ganho de Peso obtido nos diferentes períodos de transição alimentar com juvenis de tainhas <i>Mugil liza</i>	27
Figura 7 - Fator de condição obtido nos diferentes tratamentos.	28
Figura 8 – Coeficiente de variação de peso nos diferentes tratamentos.	29
Figura 9 – Ganho em crescimento nos diferentes tratamentos de transição alimentar.	29
Figura 10 - Coeficiente de variação de comprimento nos diferentes tratamentos.	30
Figura 11 – Coeficiente de variação de peso e comprimento nos diferentes tratamentos.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e níveis de garantia da ração comercial (O.Range Grow, INVE aquaculture, USA).....	21
Tabela 2 – Mortalidade (%), Ganho de peso (GP), Fator de condição (FC), Coeficiente de variação de peso (CVpeso), Ganho de crescimento (GC) e Coeficiente de variação de comprimento (CVcomprimento) de juvenis de tainha (<i>Mugil liza</i>) sob diferentes períodos de transição alimentar.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAE – Dias após a eclosão

DHA - Ácido docosaheptaenoico

EPA - Ácido eicosapentaenoico

EPC – Extrato de Hipófise de Carpa

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

HUFA - *Highly unsaturated fatty acids* - Ácidos graxos altamente insaturados

LAPMAR – Laboratório de Piscicultura Marinha

MMA- Ministério do Meio Ambiente

MPA – Ministério da Pesca e Agricultura

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	AQUICULTURA MARINHA NO BRASIL E NO MUNDO	15
1.2	CARACTERÍSTICAS DA TAINHA (<i>Mugil liza</i>).....	16
1.3	OBJETIVOS.....	18
1.3.1	Objetivo Geral.....	18
1.3.2	Objetivos Específicos	18
2	MATERIAL E MÈTODOS	19
2.1	LOCAL DO EXPERIMENTO	19
2.2	REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DA TAINHA (<i>Mugil liza</i>)	19
2.3	EXPERIMENTO DE TRANSIÇÃO ALIMENTAR DA TAINHA (<i>Mugil liza</i>).....	20
2.4	SISTEMA EXPERIMENTAL	22
2.5	METANÁUPLIOS DE ARTÊMIA	23
2.6	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	24
2.7	ANÁLISES EXPERIMENTAIS	24
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
4	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

1.1 AQUICULTURA MARINHA NO BRASIL E NO MUNDO

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) descreveu em 1990, a aquicultura como sendo o cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas e afirmou que para o cultivo é necessário à intervenção do homem no processo de criação, reprodução, estocagem, alimentação e proteção destes organismos (ARANA, 1999).

Em 2016 a aquicultura mundial atingiu 46,8% de toda produção pesqueira (171 milhões de toneladas), sendo a aquicultura marinha responsável por aproximadamente 28 milhões de toneladas (FAO, 2018), com a China sendo o maior contribuinte. Arana (1999) relata que o cultivo de organismos aquáticos tenha se iniciado na China em 2000 a.C com o cultivo de carpas e macroalgas marinhas, já a aquicultura marinha aparece por meados de 1400 na Indonésia, com juvenis selvagens de peixe-leite (*Chanos chanos*). Porém técnicas de alimentação e manejo na larvicultura começaram a ser desenvolvidas somente na década de 60, no Japão (CERQUEIRA, 2004).

No Brasil a aquicultura marinha teve início no Nordeste, onde diversas espécies eram alocadas em viveiros de estuários, abastecidos com água de maré (CERQUEIRA, 2004). Segundo Cerqueira (2004) mesmo com a ampla extensão litorânea do país para o desenvolvimento da piscicultura marinha em grande escala ainda é necessário desenvolver pacotes tecnológicos adequados para a produção de alevinos e sistemas de cultivos. Ao longo dos anos a situação da aquicultura marinha se mantém no país, porém diversos estudos e pesquisas visando melhorias vêm sendo realizados na área.

Entre as espécies nativas de peixes marinhos para a piscicultura Baldiserotto e Carvalho Gomes (2010) destacam algumas espécies importantes, como, o Robalo-peva (*Centropomus parallelus*), o Bijupirá (*Rachycentron canadum*), a Tainha (*Mugil spp*) e o Linguado (*Paralichthys orbignyanus*).

Das espécies citadas a tainha, família Mugilidae, vem apresentando grande destaque, devido a seu fácil confinamento, boa aceitação à dieta artificial e resistência a variações de temperatura e salinidade (NETO e SPACH, 1998), o que são características favoráveis para a aquicultura.

1.2 CARACTERÍSTICAS DA TAINHA (*Mugil liza*)

Os mugilídeos pertencem ao gênero *Mugil*, da ordem Perciformes e classe Actinopterygii. A espécie, em estudo, *Mugil liza* (figura 1) é popularmente conhecida como tainha na região Sudeste e Sul e como curimã no Nordeste do Brasil. Em 2010 o gênero sofreu uma revisão taxonômica onde Menezes *et al* (2010) consideraram *M. liza* e *M. platanus* uma só espécie, após coletarem exemplares da Venezuela à Argentina e analisarem dados merísticos e morfométricos.

Sua distribuição geográfica vai desde o mar do Caribe até Argentina (MENEZES *et al*, 2010). Os juvenis são encontrados em estuários, lagunas e rios e apresentam comportamento migratório para mar aberto durante a reprodução, sendo caracterizados peixes catádromos (CERQUEIRA, 2004; BALDISEROTTO E CARVALHO GOMES, 2010).

Apresentam corpo cilíndrico, podendo atingir 60 cm de comprimento e pesarem 3 a 4kg (VIEIRA; SCALABRINI, 1991), com hábito alimentar planctófago quando jovens passando para iliófago na fase adulta, ou seja, quando adultos se alimentam principalmente de matéria vegetal retirada do substrato (CERQUEIRA, 2004; CERQUEIRA, *et al*, 2017), sendo considerados detritívoros. Seu período reprodutivo inicia no final do outono até o início do inverno (maio a agosto), apresentando pico de desova entre os meses de maio e junho, percorrendo a região norte do Rio Grande do Sul até São Paulo, onde as águas se encontram com temperaturas entre 19 e 21°C (CERQUEIRA, 2004).

Figura 1 - *Mugil liza*



Fonte: Laboratório de Piscicultura Marinha - LAPMAR

No período de migração pelo litoral sul, mais especificamente por Santa Catarina a tainha apresenta grande importância, pois sua pesca tem impactos econômicos, sociais e culturais sobre a comunidade pesqueira. Em 2004 o Ministério do Meio Ambiente (MMA)

divulgou uma instrução normativa (MMA nº 5 de 21/05/2004) no qual a espécie foi classificada como sobreexplorada, tendo como definição “cuja condição de captura de uma ou todas as classes de idade em uma população são tão elevadas que reduz a biomassa, o potencial de desova e as capturas no futuro, a níveis inferiores aos de segurança” (BRASIL, 2004).

Com isso foi criado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) em parceria com o MMA um Plano de Gestão para o Uso Sustentável da Tainha, *Mugil liza*, Valenciennes, 1836, no Sudeste e Sul do Brasil, onde foram estabelecidos diretrizes para o uso do recurso pesqueiro (MPA; MMA, 2015).

Com a importância da tainha, o cultivo em cativeiro possibilitaria a conservação da espécie, podendo suprir a demanda no mercado consumidor por esse produto, sendo assim alguns estudos já foram realizados.

Lisboa *et al* (2015) encontrou a salinidade de 24‰ como a ideal para o cultivo de juvenis de tainha em cativeiro, quando comparadas as demais testadas (0, 6, 12 ‰). Em 2006 Okamoto *et al.* relatou que a temperatura de 30°C é a mais indicada para o cultivo de juvenis, onde foram avaliados crescimento e sobrevivência da *M. platanus* e Carvalho *et al.* (2010) determinou que dietas contendo 35% de proteína bruta para juvenis indicaram maior ganho de peso, ingestão do alimento e maior taxa de crescimento. Em estudo sobre frequência alimentar, nível de arraçoamento e perfil de ácidos graxos foram estimados que a frequência de duas vezes ao dia e o nível de oferta da dieta a 6% do peso vivo apresentou maior ganho de peso, crescimento específico e biomassa total para juvenis de tainha (RIBEIRO, 2017).

Pesquisas na área de co-alimentação foram realizadas em várias espécies a fim de determinar qual seria o melhor período para efetuar a transição alimentar, ou o desmame como alguns autores colocam. Para *Pagrus pagrus* (ARISTIZÁBAL, E. O; SUÁREZ, J., 2006) e *Diplodus sargus* (GUERREIRO, I. *et al.* 2010) sugerem a co-alimentação até os 20 dias após a eclosão (DAE), já com robalo-peva (*Centropomus parallelus*) Cerqueira (2010) indica que o melhor período para realizar a transição alimentar é com 35 DAE.

Um trabalho descritivo da maturação, larvicultura e desova da tainha de Carvalho *et al.* (2019) descreveu que 35 dias após eclosão as larvas já foram alimentadas exclusivamente com alimento inerte, porém, estudos na fase de larvicultura desta espécie são escassos. Somente com eficiência produtiva nas fases iniciais de produção que se garante a oferta de formas jovens para um mercado futuro.

Não só para a tainha como também para a maioria das espécies de peixes cultivados, a alimentação na larvicultura com presas vivas foi proposta como o melhor procedimento para garantir a sobrevivência das larvas (DABROWSKI, 1984). Porém, manter a produtividade constante deste alimento o ano todo e que seja capaz de alimentar uma larvicultura comercial por um longo período de tempo não é uma tarefa fácil, comumente trazendo problemas como grandes investimentos, oferta variável do alimento e inconsistência nutricional (KOLKOVSKI, 2001).

Do ponto de vista econômico, estudos demonstram que a utilização de alimento vivo corresponde á 79% do custo total para a larvicultura do *Dicentrarchus labrax* segundo Person Le Ruy *et al.*(1993) e 80% para *Gadhus morhua* (CALLAN *et al.*, 2003).

Por estes motivos é desejável que a transição alimentar de alimento vivo para alimento inerte seja feita o mais precocemente possível. Porém, sem que haja prejuízos aos parâmetros zootécnicos das tainhas pós-transição, só assim seria possível que dietas microextrusadas possam vir a diminuir o custo de produção e simplificar o manejo da larvicultura.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

- Determinar a idade ideal para iniciar a transição alimentar de juvenis de tainha (*Mugil liza*).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o período de transição alimentar com dois dias de co-alimentação para juvenis de tainha;
- Avaliar os parâmetros de desempenho zootécnico após a transição alimentar, de *Artemia* sp para dieta inerte em diferentes idades:
 - Mortalidade;
 - Ganho de peso;
 - Fator de condição;
 - Ganho de crescimento;
 - Coeficiente de variação de peso,
 - Coeficiente de variação de comprimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi desenvolvido nas instalações do Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) (figura 2), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado na Barra da Lagoa em Florianópolis-SC, utilizando as estruturas, equipamentos e reprodutores de tainha (*Mugil liza*) já disponíveis.

Figura 2 - Croqui de localização do LAPMAR



Fonte: Google Earth (2019)

2.2 REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DA TAINHA (*Mugil liza*)

Para a reprodução e larvicultura da tainha foi utilizada a metodologia descrita por Cerqueira (2017) adaptada aos moldes atuais do laboratório, no qual dois reprodutores machos foram selecionados de acordo com o tamanho e as fêmeas de acordo com o diâmetro dos ovócitos ($> 600 \mu\text{m}$), para análise dos ovócitos as fêmeas foram canuladas e posteriormente os ovócitos foram observados e medidos em lupa estereoscópica (Leica EZ4HD). A indução hormonal consistiu na aplicação de duas doses na fêmea, a primeira injeção foi aplicada na dose de 20 mg/kg de Extrato de Hipófise de Carpa (EPC), e 24 h depois a segunda dose aplicada foi de 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de um análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante, LH-RHa. Já nos machos foi aplicada uma injeção com 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de LH-RHa junto à segunda dose da fêmea. A desova e a fertilização foram naturais e ocorreram cerca de 41 horas após a primeira injeção, a 24 °C.

Os ovos foram quantificados num total de 1.836.200 ovos, de uma fêmea de 1164 g, estes ovos pelágicos e translúcidos, foram recolhidos e incubados em dois tanques cilindro-cônicos com volume útil de 34 L, por aproximadamente 31 horas a 24 °C e salinidade 35 ‰, posteriormente foram transferidos para um tanque circular de 5.000 L, na densidade de 20 ovos/L. A taxa de eclosão foi estimada utilizando beckers com 1,5 L povoados com cerca de 100 ovos, em triplicata, e posterior contagem de ovos e larvas, alcançando 83 % de taxa de eclosão.

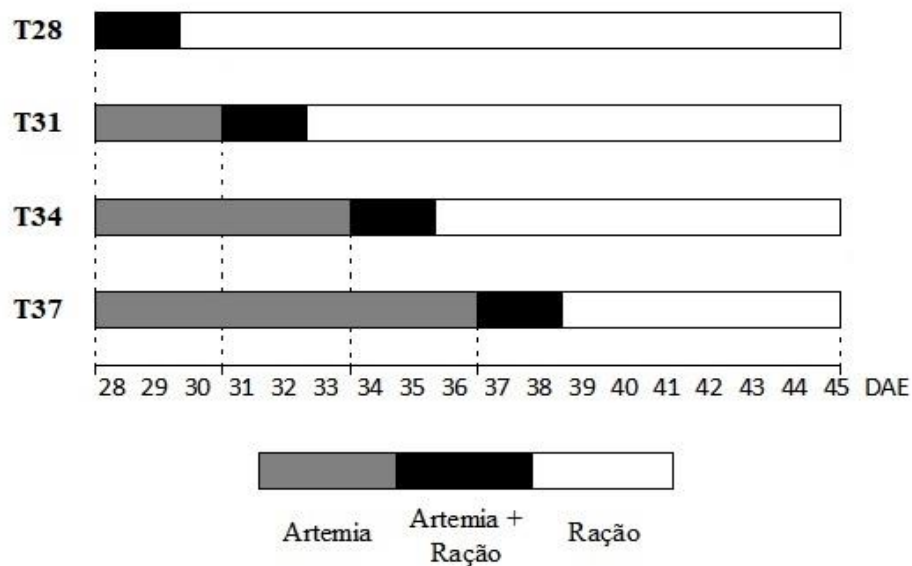
Após a eclosão as larvas foram alimentadas apenas no terceiro dia de vida quando constatada a abertura da boca (72 h). A alimentação das larvas constituiu inicialmente de rotíferos *Brachionus rotundiformis* na proporção de 1 a 7 /ml até o 15º dia, quando foi iniciada a oferta de 1 náuplios de *Artemia* sp/mL até o 20º dia, dando vez a 10 metanáuplios de *Artemia* sp/mL até a transição alimentar experimental. Foi adicionada microalga *Chaetoceros muelleri* na proporção que variou de 100.000 a 300.000 células/mL até o 18º dia de idade.

2.3 EXPERIMENTO DE TRANSIÇÃO ALIMENTAR DA TAINHA (*Mugil liza*)

As larvas foram retiradas do tanque de 5000 L e povoadas nas unidades experimentais no 26º dia de vida. Após dois dias de aclimação e reposição de peixes mortos o experimento teve início no 28º dia de idade, numa densidade de 273 peixes por unidade experimental, peso médio de $0,0133 \pm 0,0062$ g e comprimento médio de $0,793 \pm 0,160$ cm, tendo duração de 17 dias.

O delineamento experimental consistiu em quatro tratamentos com três repetições cada, totalizando doze unidades experimentais. Estes tratamentos e repetições foram distribuídos aleatoriamente ao acaso e iniciaram a transição alimentar do alimento vivo para alimento inerte em quatro diferentes idades, no dia 28, 31, 34 e 37 após eclosão, representados pelos tratamentos T28, T31, T34, T37, respectivamente. Do primeiro alimento até a transição, as larvas foram alimentadas com rotífero e depois artêmia. A transição alimentar ou a co-alimentação teve duração de dois dias (Figura 3), período em que a densidade de artêmia (metanáuplio) foi decrescente em relação à quantidade de ração, as proporções foram de 75 % artêmia + 25 % ração no 1º dia, 50 % artêmia + 50 % ração no 2º dia e 100 % ração no 3º dia.

Figura 3 - Esquema de transição alimentar



Os metanúplio foram ofertados aos tratamentos três vezes ao dia, de forma que a quantidade fosse equilibrada para que os tratamentos onde a dieta ainda fosse de 100 % artêmia, o alimento não fosse consumido na sua totalidade. A dieta inerte utilizada foi uma ração comercial (O.Range Grow, INVE aquaculture, USA) micro extrusada com 55 % de proteína bruta e granulometria de 300 a 500 μm (Tabela 1) . A quantidade total a ser ofertada de ração por dia foi ajustada a proporção de 50% da biomassa das larvas e dividida em seis arraçoamentos (8 h, 10 h, 12 h 14 h, 16 h e 18 h). Ao fim da transição alimentar, os tratamentos seguiram consumindo apenas ração até 45 dias de idade, quando o experimento foi encerrado.

Tabela 1 - Composição e níveis de garantia da ração comercial (O.Range Grow, INVE aquaculture, USA)

Composição	Níveis de garantia
Energia Bruta (Kcal/kg)	4843
Proteína Bruta (%)	55
Gordura (%)	13
Cinzas (%)	10
Fósforo (%)	1,30
Fibra Bruta (%)	1

Continuação Tabela 1

Composição	Níveis de garantia
HUFA (mg/g)	35
DHA/EPA	2
Vit. A (IU/kg)	20000
Vit. D3 (IU/kg)	2500
Vit. E (mg/kg)	700
Vit. C (mg/kg)	2000

Fonte: Elaborada pelo autor, com base na tabela Technical Card O.range.

2.4 SISTEMA EXPERIMENTAL

As unidades experimentais utilizadas foram tanques circulares com drenagem central protegida com uma tela de 300 μm até 36 dia de vida dos peixes, quando as telas foram substituída por uma tela de 1 mm, a fim de evitar fugas. Com volume útil de 120 L e acopladas a um sistema de recirculação de água contendo filtro mecânico, biológico, skimmer, aeração suplementar e termostatos (Figura 4).

Figura 4 – Unidades experimentais.



Fonte: Autor, 2019.

O fluxo de água da entrada dos tanques foi regulado inicialmente para 0,4 L/min até 35 dia de vida dos peixes e para 2 L/min a partir de 36 dia até o fim do experimento. Já a

intensidade luminosa foi de $708,6 \pm 55,7$ lux e foi mantida no fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro.

Diariamente o número de peixes mortos foi contabilizado e os animais retirados, logo após os tanques foram sifonados para a retirada de sobras de ração e dejetos. Em seguida, de forma lenta, 100 % da água total do sistema experimental (unidades experimentais + caixas dos filtros) foi renovada, com água direto da cisterna de abastecimento do laboratório.

2.5 METANÁUPLIOS DE ARTÊMIA

A obtenção dos metanúplios para alimentação das larvas seguiu a metodologia descrita por Ferreira (2009), onde os cistos são colocados para eclodir em tanques de 200 L de volume útil, cilíndrico-cônicos, com aeração constante para manter os cistos em suspensão, iluminação, temperatura de 28 °C e salinidade de 35 ‰, utilizando uma densidade máxima de cistos de 2 g.L^{-1} .

A colheita dos náuplios é feita após 24 h, onde o topo do tanque é coberto por uma capa preta, para evitar a incidência de luz, então se ilumina o fundo do tanque, com uma lâmpada, com o propósito de aproveitar a fototaxia positiva dos náuplios e após 15 min o registro do fundo é aberto. A iluminação no fundo do tanque faz com que os náuplios se dirijam para o fundo separando-se das cascas, que flutuam. Os náuplios são filtrados e lavados em malhagem de 100 μm e em seguida levados para uma incubadora, mantendo a salinidade e temperatura, para a bioencapsulação por mais 12 h.

A bioencapsulação consiste no enriquecimento da artêmia visando aumentar o valor nutricional e fornecer um alimento mais equilibrado às larvas, visto que as larvas de peixe marinho necessitam de um perfil de ácido graxo mais completo. O enriquecimento dos náuplios foi realizado com um produto comercial rico em ácido graxo polinsaturados ômega - 3, (Red Pepper Enrichment, BernAqua, Bélgica). Ao final do enriquecimento as artêmias se encontram em fase de metanúplio, com aproximadamente 700 a 800 μm então elas são filtradas e lavadas em malhagem de 100 μm e ofertadas às larvas.

Para ter disponibilidade de metanúplio todos os dias durante o período ofertado, a produção foi escalonada de forma que os cistos fossem colocados para eclodir um dia e meio (36 h) antes da alimentação.

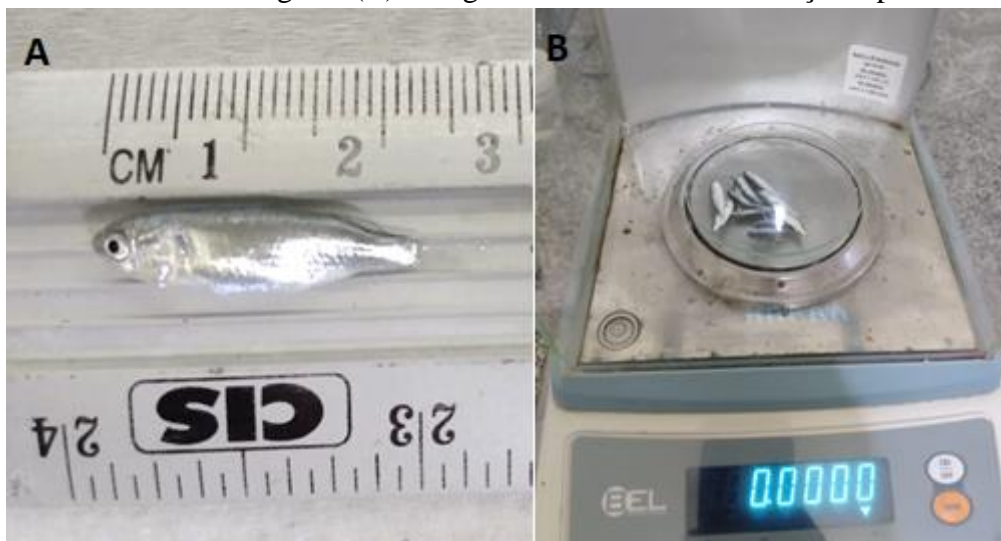
2.6 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

Os parâmetros físico-químicos da água como: temperatura, oxigênio dissolvido (Oxímetro YSI PRO 20, OH, EUA) e pH (YSI pHmeter, Ecosense, OH, EUA) foram aferidos diariamente sendo salinidade (Salinômetro manual portátil- modelo Rhs-28atc) e amônia (kit ALFAKIT, AT 10P, SC, BR) registrados duas vezes por semana.

2.7 ANÁLISES EXPERIMENTAIS

Para as análises do desempenho zootécnico, inicialmente uma amostra de 100 larvas foi coletada do tanque de 5000 L para a primeira biometria. Depois as coletas seguiram com a retirada de 30 peixes de cada tratamento (10 de cada repetição) no início da transição e após dois dias comendo somente ração. Após o encerramento do experimento, todas as unidades experimentais foram drenadas e os peixes contados, medidos e pesados. As medidas e pesagens foram efetuadas com o auxílio de régua e balança de precisão (0,0001 g) (Figura 5). Todos os peixes foram eutanasiados com super dosagem (200 mg/L) de benzocaína logo após as coletas.

Figura 5 - Procedimento de biometria dos juvenis. (A) Animais sendo medidos com auxílio de régua e (B) Pesagem dos animais em balança de precisão.



Fonte: Autor, 2019.

Foram utilizadas as seguintes formulas para os cálculos de desempenho:

- Ganho em peso (GP) (g):

$$GP = \text{peso final} - \text{peso inicial} \quad (1)$$

- Fato de condição (FC) (g.cm^{-3}), onde C = comprimento total:

$$(\text{FC}) = \frac{\text{Peso}}{C^3} \quad (2)$$

- Mortalidade (M) (%):

$$M = \frac{\text{número de peixes inicial}}{\text{número de peixes final}} \times 100 \quad (3)$$

- Ganho de crescimento (GC) (cm):

$$\text{GC} = \text{comprimento final} - \text{comprimento inicial} \quad (4)$$

- Coeficiente de variação de peso (CVpeso) (%), onde DE é o desvio padrão e Mpeso é a média do peso:

$$\text{CVpeso} = \frac{DE}{M_{\text{peso}}(g)} \times 100 \quad (5)$$

- Coeficiente de variação de comprimento (CVcomprimento) (%), onde DE é o desvio padrão e Mcresc. é a média do crescimento:

$$\text{CVcomprimento} = \frac{DE}{M_{\text{cresc.}}(g)} \times 100 \quad (6)$$

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre as médias, quando verificadas, foram submetidas ao teste Tukey, o nível de significância adotada foi de 95% ($p = 0,05$), com utilização do programa estatístico Statistic 7.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores registrados de qualidade de água para o cultivo foram de $6,25 \pm 0,39$ mg/L para oxigênio dissolvido, $24,07 \pm 0,87$ °C para temperatura, $7,78 \pm 0,09$ para o pH,

0,50 ± 0,41 mg/L de amônia (NH₃) e 33,88 ± 0,64 de salinidade . Os parâmetros de qualidade da água analisados permaneceram dentro da faixa estimada como zona de conforto para o cultivo de tainhas (FONSECA NETO & SPACH, 1999; OKAMOTO *et al.*, 2006; PAHDOR-FILHO *et al.*, 2012), tendo em vista que são animais euritérmicos e eurihalinos.

Os resultados dos parâmetros de desempenho zootécnico de juvenis de tainha (*Mugil liza*) submetidos a transição alimentar são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Mortalidade (%), Ganho de peso (GP), Fator de condição (FC), Coeficiente de variação de peso (CVpeso), Ganho de crescimento (GC) e Coeficiente de variação de comprimento (CVcomprimento) de juvenis de tainha (*Mugil liza*) sob diferentes períodos de transição alimentar.

Parâmetros	Tratamentos			
	T28 ¹	T31 ²	T34 ³	T37 ⁴
Mortalidade (%)	3,0 ± 1,4	4,8 ± 3,2	5,6 ± 1,7	5,7 ± 0,6
Ganho de peso (g)	0,139 ± 0,006b	0,182 ± 0,009a	0,191 ± 0,029a	0,220 ± 0,005a
Fator de condição	0,028 ± 0,003	0,026 ± 0,002	0,026 ± 0,002	0,024 ± 0,001
CV peso (%)	67,51 ± 11,7b	47,1 ± 5,9ab	45,1 ± 11,8ab	34,4 ± 7,3a
Ganho de crescimento (cm)	0,962 ± 0,086b	1,166 ± 0,075a	1,189 ± 0,085a	1,328 ± 0,048a
CV comprimento (%)	22.38 ± 3.22	17.22 ± 4.74	14.94 ± 5.53	12.35 ± 3.80

Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente. ¹larvas que iniciaram a transição alimentar com 28 DAE; ²larvas que iniciaram a transição alimentar com 31 DAE; ³ larvas que iniciaram a transição alimentar com 34 DAE; ⁴ larvas que iniciaram a transição alimentar com 37 DAE.

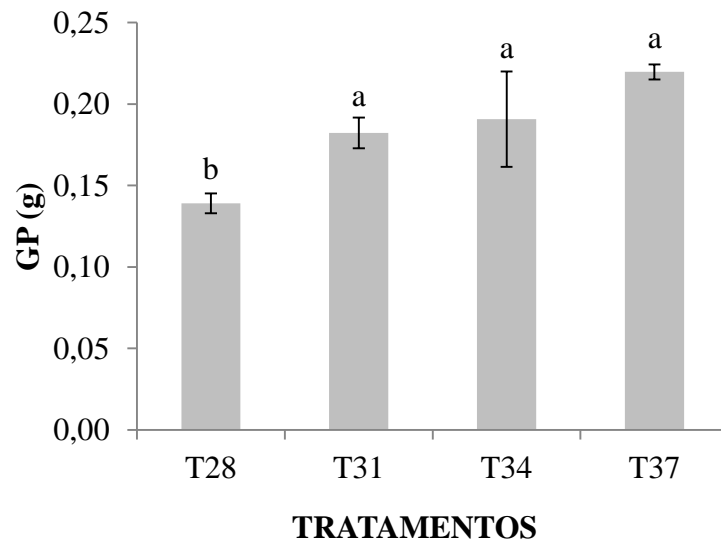
Os valores de mortalidade não apresentaram diferença significativa durante o experimento (p>0,05) e as eventuais mortalidades registradas acredita-se estar relacionadas à fase de vida dos animais, uma vez que nesse período de transição alimentar a simples formação do aparelho digestivo torna as larvas mais sensíveis às mudanças de dieta (ZANALA-CAMIN, 1996).

O aumento na idade de transição alimentar influenciou significativamente o ganho de peso, que demonstrou ser maior a partir de 31 DAE (0,182 ± 0,009 g), indicando que a partir dos 31 dias de idade os juvenis de tainha, mesmo alimentados apenas com dieta inerte não sofrem prejuízos no ganho de peso. Kestemont *et al* (2007) encontrou resultados similares para *Sander lucioperca* quando alimentados com artêmia e dieta artificial, em diferentes idades (12, 19 e 26 DAE), foi observado menor ganho de peso em animais com a menor idade de desmame (12 DAE) o que pode ser atribuído à incompleta formação enzimática nesse estágio, os melhores resultados foram encontrados em peixes de 19 DAE onde provavelmente

os animais já desenvolveram a capacidade digestiva para digerir e absorver os nutrientes da dieta inerte.

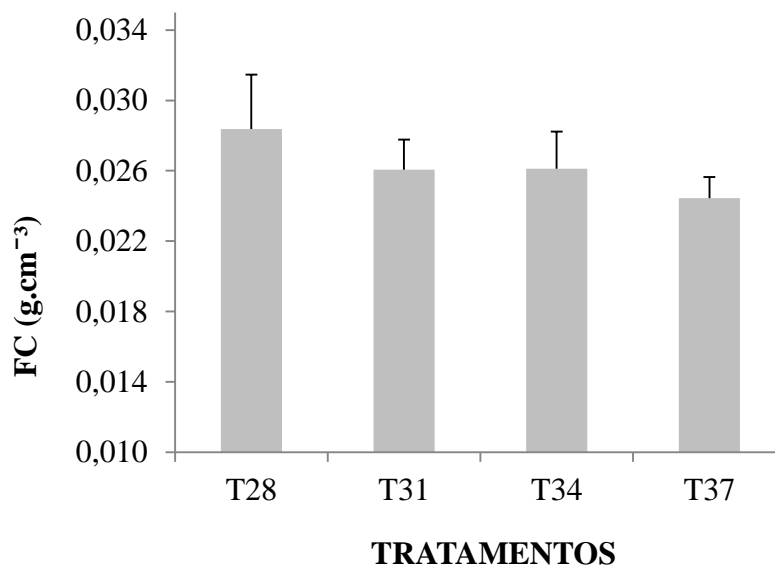
Em estudos realizados com *Senegalese sole*, foi possível concluir que uma estratégia de co-alimentação pode melhorar a maturação digestiva dos animais (ENGROLA *et al.*, 2007) o que reforça a afirmação de Roselund *et al.* (1997) que indica que é fundamental as larvas se alimentarem de alimento vivo no processo de transição alimentar pois isso condiciona os animais a aceitarem dieta inerte mais facilmente quando o alimento vivo sofre redução, o que pode ter favorecido o aumento de peso nos juvenis com maior tempo de oferta de artêmia.

Figura 6 - Ganho de Peso obtido nos diferentes períodos de transição alimentar com juvenis de tainhas *Mugil liza*.



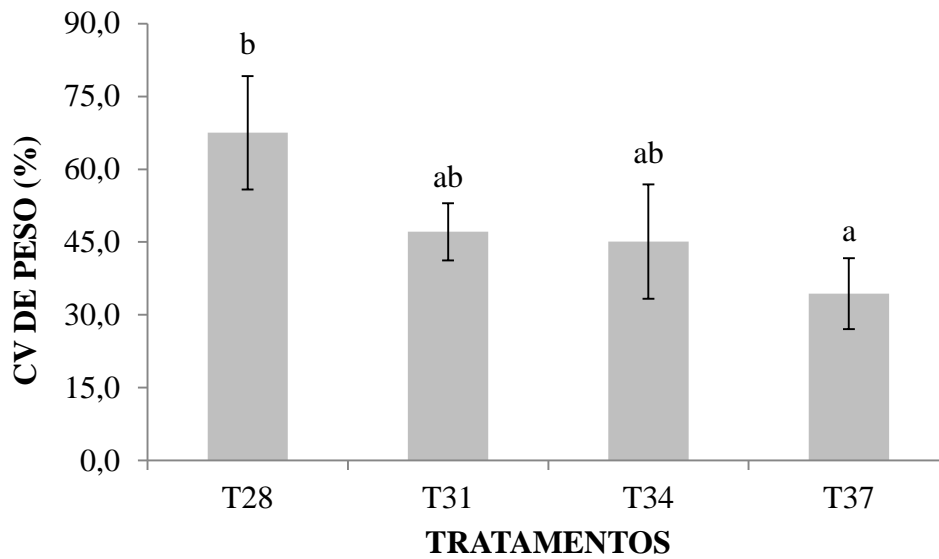
Para o Fator de condição, não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$) com o aumento da idade em que ocorreu a transição alimentar. Esse índice indica um estado de bem estar nos peixes, fornecendo informações sobre o estado fisiológico dos animais, segundo Vazzoler (1996) indivíduos com maior massa corporal em certo comprimento estão em melhor preparo para enfrentar o estresse oriundo do manejo nos cultivos, com isso é possível supor que independente do tratamento os peixes apresentaram condições morfológicas estatisticamente iguais durante o experimento.

Figura 7 - Fator de condição obtido nos diferentes tratamentos.



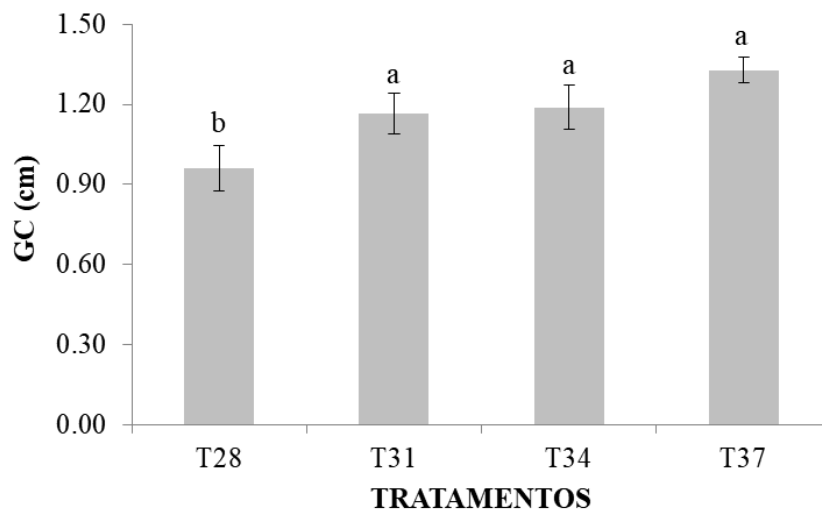
Observou-se que os juvenis de tainha que receberam metanúplios por mais tempo (T37) antes da transição para dieta inerte, apresentaram um menor ($34,4 \pm 7,3$ %) coeficiente de variação de peso, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tratamento com menor idade de vida (T28). Um lote mais homogêneo na produção de formas jovens minimiza o descarte e a mão de obra durante a venda, a heterogeneidade em um lote pode ser originado por diversos fatores, segundo Volpato e Fernandes (1994) um fator importante é o hábito social da espécie, que pode envolver a formação de hierarquias de dominância/subordinação principalmente em ambientes limitados. No caso da tainha, nenhum comportamento agressivo foi observado, sendo um peixe sociável que naturalmente vive em cardumes. Outro fator seria a densidade, que para *Salvelinus alpinus* uma baixa densidade acentuou a heterogeneidade (ALANÄRÄ e BRÄNNÄAS, 1996), mas como não houve diferença de densidade entre os tratamentos testados, esse resultado também não se aplica aos encontrados neste trabalho. Quando existe a oferta de alimento limitada, alguns peixes apresentam taxas de ingestão maiores e mais constantes que os demais, resultando em um crescimento altamente heterogêneo (MCCARTHY; CARTER; HOULIHAN, 1992) que também não seria o caso em questão, pois todos os tratamentos foram alimentados a 50% da biomassa, havendo sempre sobras entre as alimentações. É possível supor então que houve um desafio ao lote durante a transição, testando a adaptação individual dos peixes nos tratamentos, refletido no aumento de peixes menores que não foram capazes de acompanhar o desenvolvimento dos demais, que pode estar relacionado a maturidade do trato digestivo nas idades testadas como já foi discutido no ganho de peso.

Figura 8 – Coeficiente de variação de peso nos diferentes tratamentos.



O ganho de crescimento se mostrou maior no tratamento com a idade de transição alimentar mais avançada, apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) do tratamento com 28 DAE em relação aos demais, que obteve a menor média ($0,962 \pm 0,086$ cm). HART & PURSER (1996) observou em *Rhombosolea tapirina* que o tempo para realizar a transição alimentar apresentou efeito significativo sobre o crescimento, onde os períodos mais longos (10-20 dias) são mais eficientes que mais curtos (cinco dias), isso indica que o aumento no período de desmame, realizando uma co-alimentação mais longa pode proporcionar um melhor desempenho.

Figura 9 – Ganho de crescimento nos diferentes tratamentos de transição alimentar.



O coeficiente de variação de comprimento não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) com o aumento da idade em que ocorreu a transição alimentar. Esse índice indica que em todos os tratamentos os animais tiveram uma relação uniforme no crescimento, variando apenas no coeficiente de variação de peso, como discutido anteriormente.

Figura 10 - Coeficiente de variação de comprimento nos diferentes tratamentos.

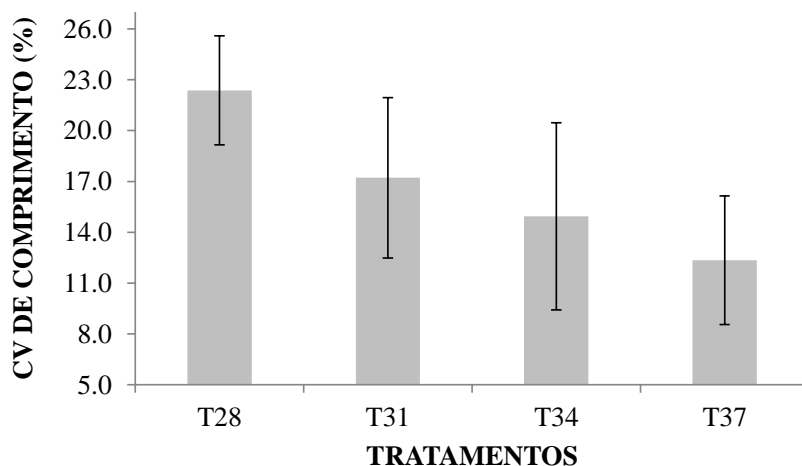
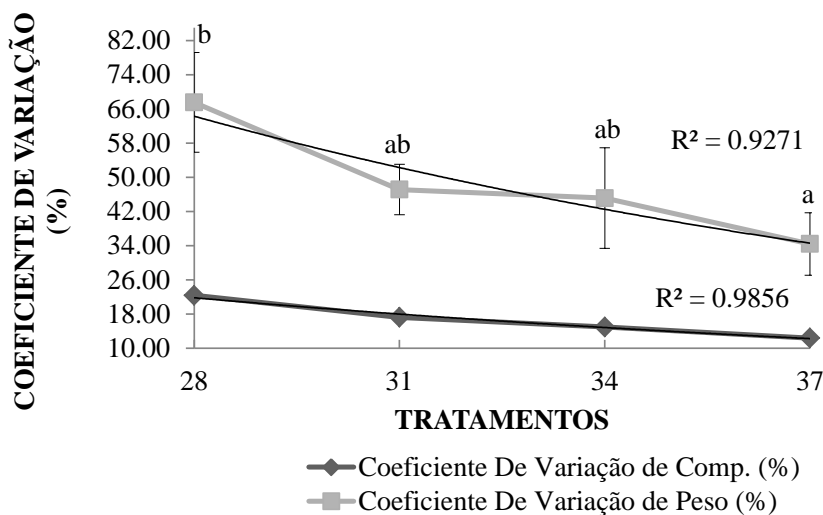


Figura 11 – Coeficiente de variação de peso e comprimento nos diferentes tratamentos.



4 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste trabalho é possível afirmar que para os dados de crescimento, a idade recomendada para a transição alimentar de metanúplios de artêmia para ração comercial em *Mugil liza* é com 31 dia após a eclosão. Ao considerar o coeficiente de

variação do lote, o 37º dia seria o mais indicado, porém demandaria de seis dias adicionais de alimentação com metanúplio em um período de forte consumo pelos juvenis, aumentando o custo final dos mesmos. Então nas condições de cultivo testadas, recomenda-se a transição alimentar no 31º dia após a eclosão, com apenas dois dias de transição alimentar.

REFERÊNCIAS

- ALANÄRÄ, A., BRÄNNÄAS, E. 1996. **Dominance in demand-feeding behaviour in arctic charr and rainbow trout. The effect of stocking density.** J. Fish Biol. 48, 242–254.
- ARANA, L. V. 1999. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável.** Florianópolis, Editora da UFSC. 310p.
- ARISTIZÁBAL, E. O.; SUÁREZ, J. 2006. **Efficiency of co-feeding red porgy (*Pagrus pagrus* L.) larvae with live and compound diet.** Revista de Biología Marinha e Oceanografía, vol. 41, núm. 2 , pp. 203-208.
- BALDISSEROTTO, B; GOMES, L.C. 2010. **Espécies nativas para piscicultura o Brasil.** UFMS: Santa Maria. 606p.
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004.** Dispõe sobre as espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração, os invertebrados aquáticos e peixes. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2004/in_mma_05_2004_especiesdeinvertebradosaquaticosepeixesameacadosdeextincaoessobreexplotada_a_ltrd_in_mma_52_2005.pdf >. Acesso em: outubro/2019.
- CALLAN, C. et al. **Reducing Artemia use in the culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*).** Aquaculture, v.219, p.585-595, 2003.
- CARVALHO, C. *et al.* **Maturation, spawning and larviculture of the mullet *Mugil liza* under laboratory conditions.** R. bras. Reprod. Anim., p. 31-36, 2019.
- CARVALHO, C. V. A. *et al.* **The effect of protein levels on growth, postprandial excretion and tryptic activity of juvenile mullet *Mugil platanus* (Günther).** Aquaculture Research, 41, 511-518, 2010.
- CERQUEIRA V.R. Cultivo de peixes marinhos. In: Poli CR, Poli ATB; Andreatta E, Beltrame E (Eds.). **Aquicultura: Experiências Brasileiras.** Florianópolis: Multitarefa Editora Ltda., 2004. p.369-406.
- CERQUEIRA, V. R. *et al.* **Manejo de reprodutores e controle da reprodução de peixes marinhos da costa brasileira.** Rev. Bras. Reprod. Anim. v. 41, p. 94-102, 2017.
- CERQUEIRA, V.R. 2010 **Cultivo do robalo-peva, *Centropomus parallelus*.** In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora da UFSM. p. 489-520.

- DABROWSKI, K. **The feeding of fish larvae: present «state of the art» and perspectives.** *Reproduction Nutrition Développement*, v. 24, n. 6, p. 807-833, 1984.
- ENGROLA, S. *et al.* **Improving weaning strategies for *Senegalese sole*: effects of body weight and digestive capacity.** *Aquaculture Research*. V.38, p. 696-707. 2007
- FAO. 2018. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals.** Rome. 227p
- FERREIRA, P. M. P. **Manual de cultivo e encapsulação da cadeia alimentar para a larvicultura de peixes marinhos.** IPIMAR. 235 pp, 2009.
- FONSECA NETO, J.C., SPACH, H.L., 1999. **Sobrevivência de Juvenis de *Mugil platanus*, Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae) em diferentes salinidades.** *Bol. Inst. Pesca*, 25: 13-17.
- GUERREIRO, I. *et al.* **Effect of age-at-weaning on digestive capacity of whit seabream (*Diplodus sargus*).** *Aquaculture* 300, 194–205, 2010.
- HART, P.R.; PURSER, G.J. **Weaning of hatchery-reared greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Günther) from live to artificial diets: Effects of age and duration of the changeover period.** *Aquaculture*, v.145, p.171-181, 1996.
- KESTEMONT, P. *et al.* **Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture.** *Aquaculture*, v.264, p.197-204, 2007.
- KOLKOVSKI, S. **Digestive enzymes in fish larvae and juveniles—implications and applications to formulated diets.** *Aquaculture*, v. 200, n. 1-2, p. 181-201, 2001.
- LISBOA, V. *et al.* **Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae).** *Neotropical Ichthyology*, 13(2): 447-452. 2015.
- MCCARTHY, I. D., CARTER, C. G., HOULIHAN, D. F., 1992. **The effect of feeding hierarchy on individual variability in daily feeding of rainbow trout, *oncorhynchus mykiss* (walbaum).** *Journal of Fish Biology*, 41, 2, 257-263.
- MENEZES, N.A.; OLIVEIRA, C.; NIRCHIO, M. **An old taxonomic dilemma: the identity of the western South Atlantic lebranche mullet (Teleostei: Perciformes: Mugilidae).** *Zootaxa* 2519, 59-68, 2010.
- MPA; MMA. **Plano de gestão para o uso sustentável da tainha, *Mugil liza* Valenciennes, 1836, no sudeste e sul do Brasil.** (eds MPA; MMA), Brasília pp. 238. 2015.

NETO, J.C.F. SPACH, H.L. 1998. **Sobrevivência de juvenis de *Mugil platanus* Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae) em diferentes salinidades.** Boletim Do Instituto De Pesca, 26: 13-17.

OKAMOTO, M. H.; SAMPAIO, L. A.; MAÇADA, A. P. **Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880.** Atlântica, Rio Grande, 28(1): 61-66, 2006.

PAHOR-FILHO, E., MIRANDA-FILHO, K.C., PEREIRA JR., J., 2012. **Parasitology of juvenile mullet (*Mugil liza*) and effect of formaldehyde on parasites and host.** Aquaculture, 354–355: 111-116.

PERSON LE RUYET, J. *et al.* **Marine fish larvae feeding: formulated diets or live prey.** Journal of the World Aquaculture Society, v. 24, n. 2, p. 211-224, 1993.

RIBEIRO, H. P. **Frequência alimentar, nível de arraçoamento e perfil de ácidos graxos poli-insaturados de juvenis de tainhas *Mugil liza*.** Universidade Federal do Espírito Santo (tese de mestrado), 2017.

ROSELUND, G. *et al.* **Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets.** Aquaculture, v.155, p.183-191, 1997

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá: NUPELIA, 169 p. 1996.

VIEIRA, J.P.; SCALABRINI, S. **Migração reprodutiva da tainha *Mugil platanus* Günther 1880 no sul do Brasil.** Atlântica, v.13, p.131-141, 1991.

VOLPATO, G.L., FERNANDES, M.O., 1994. **Social control of growth in fish.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 27, 797-797.

ZANALA-CAMIN, L. A.; **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes.** Maringá; EDUEM, 1996, 129p.