



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

RAFAEL LUSTOSA MACIEL

**ALTERNATIVAS PARA A REPRODUÇÃO INDUZIDA, LARVICULTURA E
ALEVINAGEM DO MATRINXÃ, *Brycon amazonicus* (Spix e Agassiz, 1829)**

FORTALEZA

2020

RAFAEL LUSTOSA MACIEL

ALTERNATIVAS PARA A REPRODUÇÃO INDUZIDA, LARVICULTURA E
ALEVINAGEM DO MATRINXÃ, *Brycon amazonicus* (Spix e Agassiz, 1829)

Tese apresentada a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M139a Maciel, Rafael Lustosa.

Alternativas para a reprodução induzida, larvicultura e alevinagem do matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix e Agassiz, 1829) / Rafael Lustosa Maciel. – 2020.
73 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa.

1. Propagação artificial. 2. Hormônio sintético. 3. Alimento vivo. 4. Recria. 5. Probiótico. I.
Título.

CDD 639.2

RAFAEL LUSTOSA MACIEL

ALTERNATIVAS PARA A REPRODUÇÃO INDUZIDA, LARVICULTURA E
ALEVINAGEM DO MATRINXÃ, *Brycon amazonicus* (Spix e Agassiz, 1829)

Tese apresentada a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Aquicultura.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Elenise Gonçalves de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luís Parente Maia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues dos Anjos
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Prof. Dr. José William Alves da Silva
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Renato Teixeira Moreira
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

A Deus.

Aos meus pais, Ana e Oscar; e a tia
Lindete.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor da vida.

A Virgem Maria, minha Senhora e minha Mãe.

Aos meus pais, Ana e Oscar e a minha Tia Lindete, pela educação, amor e carinho.

A minha esposa Maria da Conceição Oliveira Freitas, pelo carinho, compreensão e ajuda ao longo desta jornada.

Ao meu orientador, Professor Dr. Francisco Hiran Farias Costa, pela amizade, ensinamentos, incentivo, exemplo e dedicação.

Ao saudoso Professor Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias (*in memoriam*) por seu valioso exemplo e ensinamentos.

Ao saudoso Professor Dr. Manoel Furtado (*in memoriam*), meu primeiro professor da Engenharia de Pesca, que me apresentou o curso que tanto amo.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará que contribuíram significativamente para a minha formação acadêmica, em especial a Profa. Dra. Elenise Gonçalves de Oliveira, minha professora de Aquicultura II (piscicultura) e que gentilmente me supervisionou na disciplina de Estágio à Docência neste curso de doutorado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará e do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia em ampla associação com a Universidade Nilton Lins, pelos ensinamentos transmitidos ao longo desse curso de doutorado.

Aos Profs. Drs. Elenise Gonçalves de Oliveira, Luís Parente Maia, Marcelo Rodrigues dos Anjos, José William Alves da Silva, Renato Teixeira Moreira que gentilmente aceitaram colaborar com este trabalho e se dispuseram a participar desta banca.

A todo o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM nas pessoas da Sra. Diretora do *campus* Humaitá Profa. Aline Penha; Prof. Jorge Nunes e do Magnífico Reitor Prof. Antônio Venâncio Castelo Branco.

Aos amigos professores do IFAM Prof. Me. Albert Josuá e Prof. Dr. Janduir Egito pelo apoio e amizade.

A Secretaria de Produção Rural do Estado do Amazonas (SEPROR) e a Secretaria Estadual de Pesca e Aquicultura (SEPA) na pessoa do Secretário Me. Eng.º de Pesca Leocy Cutrim; e ao amigo e compadre Me. Eng.º de Pesca Sebastião Batalha e Ronân Freitas pela ajuda inestimável na realização deste trabalho.

A equipe do Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de Alevinos de Humaitá (CTTPAH) Tec. Recursos Pesqueiros Amarildo Santos; Celso e Sebastião, Eliwaldo.

Ao Sr. Secretário de Agricultura, Pesca e Aquicultura do município de Humaitá, Marcos Chixaro.

A empresa Biotrends, pela doação do probiótico utilizado nesta pesquisa.

Ao amigo Prof. Me. Eng.º de Pesca do Instituto Federal do Pará (IFPA) Igor Bartolomeu por sua disponibilidade e valiosas contribuições para com este trabalho.

Aos meus vizinhos Prof. Amaro e Onei Rossato, ao amigo Val e a meu Sogro, Raimundo Freitas pela colaboração na execução deste projeto.

A amiga Dra. Jôsie Schwartz Caldas, por toda colaboração ao longo desse doutorado.

Ao meu funcionário Samuel.

Aos amigos Adolfo e André da Piscicultura Rey do peixe.

Ao amigo Prof. Me. Edmar Lopes do IFAM *Campus* Humaitá.

Aos alunos do Curso Técnico em Recursos Pesqueiros do Instituto Federal do Amazonas, *campus* Humaitá e Lábrea; e de Tecnologia em Produção Pesqueira da Universidade do Estado do Amazonas.

“Dominai sobre os peixes”. (Genesis 1, 28).

RESUMO

O matrinxã (*Brycon amazonicus*) é uma espécie nativa de grande importância para a pesca e a piscicultura na região amazônica. Por ser uma espécie que vem sendo cultivada a apenas algumas décadas há carência de estudos quanto a utilização de hormônios sintéticos para a indução a desova, larvicultura e alevinagem. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi: avaliar o uso de tecnologias alternativas para a reprodução induzida, incubação, larvicultura e alevinagem de matrinxã. Os experimentos de reprodução, incubação e alevinagem foram conduzidos no Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de Alevinos de Humaitá, Amazonas, já o experimento de larvicultura foi realizado em uma propriedade particular localizada na zona rural do referido município. O primeiro experimento avaliou fêmeas induzidas com o hormônio sintético Ovidrel® e sua combinação com a hipófise de carpa nos principais índices reprodutivos: peso dos óocitos, taxa de fertilização, taxa de eclosão e produção de pós-larvas; já para os machos avaliou-se a viabilidade da espermiacção e o volume produzido de sêmen. As fêmeas tratadas exclusivamente com o hormônio sintético não desovaram, só foi possível realizar a extrusão no grupo que recebeu o extrato de hipófise de carpa e no que recebeu a mistura de hormônio sintético com hipófise. No entanto, para os machos o hormônio sintético possibilitou a espermiacção. O segundo experimento comparou o sistema de incubação com fluxo direto de água com o sistema de recirculação não sendo observado diferenças significativas nos índices avaliados, porém o volume de água foi significativamente menor no sistema de recirculação quando comparado ao sistema tradicional. No terceiro experimento avaliou-se a viabilidade do fornecimento de artêmia na larvicultura de matrinxã, comparando com o plâncton selvagem oriundo de um viveiro previamente fertilizado e com larvas de tambaqui como forrageiras. O grupo que apresentou maior crescimento foi o que consumiu plâncton, no entanto a maior taxa de sobrevivência foi observada no que recebeu as larvas forrageiras. O quarto experimento avaliou o desempenho zootécnico dos alevinos de matrinxã alimentados com soja, soja fermentada com probiótico e ração fermentada com probiótico, sendo a ração o grupo controle. Observou-se que o melhor desempenho zootécnico foi obtido com a ração fermentada, no entanto, não diferindo estatisticamente da ração. Conclui-se que é possível realizar a desova de matrinxã quando se utiliza o hormônio sintético como dose preparatória e a hipófise como decisiva para a indução das fêmeas, no entanto

o hormônio sintético apresenta melhores resultados para os machos. A incubação de ovos em sistema de recirculação não afeta a produção de larvas, além de ser ambientalmente mais correta uma vez que utiliza um volume significativamente menor de água. A utilização da mistura de artêmia com plâncton pode vir a substituir a utilização de larvas de peixes forrageiros. Quanto a alevinagem de matrinxã os melhores resultados zootécnicos e o menor custo de alimentação foram obtidos quando os animais foram arraçoados com ração fermentada e ração.

Palavras-chave: Propagação artificial. Reprodutores. Hormônio sintético. Alimento vivo. Recria. Probiótico

ABSTRACT

The matrinxã (*Brycon amazonicus*) is a native species of great importance for fishing and fish farming in the Amazon region. Because it is a species that has been cultivated for only a few decades, there is a lack of studies on the use of: synthetic hormones to induce the reproduction, larviculture and fingerling farming. Thus, the aim of this work was: to evaluate the use of alternative technologies for induced reproduction, incubation, larviculture and fingerling culture. The experiments were carried out at the Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de Alevinos de Humaitá, Amazonas, except for the larviculture that was carried out on a private property located in the rural area of the municipality. The first experiment evaluated females induced with the synthetic hormone Ovidrel® and its combination with carp pituitary gland in the main reproductive indices: oocyte weight, fertilization rate, hatching rate and post-larvae production; for males tested the viability of sperm production and the volume of semen produced. The females treated exclusively with the synthetic hormone did not spawn, it was only possible to perform the extrusion in the group that received the extract of the pituitary gland and in the group that received the mixture of synthetic hormone with the pituitary gland. However, for males the synthetic hormone made sperm production possible. The second experiment compared the incubation system with direct water flow with the recirculation system, with no significant differences in the evaluated indexes, however, the volume of water was significantly lower in the recirculation system when compared to the traditional system. In the third experiment, the viability of supplying brine shrimp to matrinxã larviculture was evaluated, comparing it with wild plankton from a previously fertilized nursery and with tambaqui larvae as forage. The group that showed the highest growth was the one that consumed plankton, however the highest survival rate was observed in the one that received the forage larvae. The fourth experiment evaluated the zootechnical performance of matrinxã fry fed with soybeans, soybeans fermented with probiotics and ration fermented with probiotics, with the ration being the control group. It was observed that the best zootechnical performance was obtained with the fermented ration, however, it did not differ statistically from the ration. It's possible conclude that the synthetic hormone can promote spawn in matrinxã when using as a preparatory dose and the pituitary gland as decisive for the induction of females, however the synthetic hormone shows better results for males. The incubation of eggs in a

recirculation system does not affect the production of larvae, in addition to being more environmentally friendly since it uses a significantly smaller volume of water. The use of a mixture of brine shrimp and plankton may come to replace the use of foraging fish larvae. Regarding fingerling culture matrinxã, the best zootechnical results and the lowest cost of feeding were obtained when the animals were fed with fermented ration and ration.

Keywords: Artificial propagation. Breeders. Synthetic hormone. Live food. Fingerling farming. Probiotic.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Localização geográfica do município de Humaitá e dos locais onde foram realizados os experimentos: Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de alevinos (CTTPAH) e Sítio Fortaleza de São Francisco..... 27
- Figura 2 – Equipamentos utilizados no transporte das matrizes de *B. amazonicus* até ao laboratório visto ao fundo (seta vermelha)..... 29
- Figura 3 – Ovos de matrinxã (*B. amazonicus*) 6 horas após fertilização (OF – ovos fertilizados; ONF – ovos não fertilizados)..... 32
- Figura 4 – Larvas de matrinxã (*B. amazonicus*) no interior dos ovos momentos antes da eclosão (MAE)..... 32
- Figura 5 – Pós-larva de matrinxã (*B. amazonicus*) com aproximadamente 48 horas após fertilização..... 33
- Figura 6 – (A) Desenho esquemático do sistema de fluxo aberto (sistema tradicional), sem recirculação de água adotado no Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de Alevinos de Humaitá (CTTPAH). (B) Sistema de fluxo fechado (sistema avaliado), com recirculação de água utilizado na incubação de ovos de matrinxã (*Brycon amazonicus*)..... 35
- Figura 7 – Aquários com 40 L de volume útil utilizados no experimento de alimentação das pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*)..... 36
- Figura 8 – Desenho esquemático mostrando disposição dos dos aquários e os itens alimentares fornecidos as pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*)..... 38
- Figura 9 – Vista parcial dos viveiros escavado seccionados ao meio para serem utilizados na alevinagem de matrinxã (*B. amazonicus*)..... 39
- Figura 10 – Comparativo visual entre as Pós-Larvas de matrinxã *B. amazonicus* após 15 dias de cultivo, consumindo plâncton, artêmia e larva de tambaqui *C. macropomum* (de cima para baixo)..... 50

Figura 11 – Evolução do peso médio dos alevinos de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>), cultivado em viveiro escavado e alimentados com ração, soja, soja fermentada e ração fermentada.....	54
Figura 12 – Evolução da biomassa dos alevinos de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>), cultivado em viveiro escavado e alimentados com ração, soja, soja fermentada e ração fermentada.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Doses hormonais de Gonadotropina Coriônica Humana recombinante (r-HCG – Ovidrel ®) e extrato bruto de hipófise de carpa (hipófise) utilizadas para indução à desova em matrinxã, <i>Brycon amazonicus</i>	31
Tabela 2 – Peso médio e índices reprodutivos de fêmeas de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>) submetidas a indução à desova com extrato bruto de hipófise de carpa (hipófise), combinada ou não com Gonadotropina Coriônica Humana recombinante (r-HCG - ovidrel ®). Dados foram expressos como média ± desvio padrão.....	45
Tabela 3 – Peso médio e volume de sêmen de machos de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>) submetidos a indução hormonal indução à desova com extrato bruto de hipófise de carpa (hipófise) ou Gonadotropina Coriônica Humana recombinante (r-HCG - ovidrel ®). Dados foram expressos como média ± desvio padrão.....	45
Tabela 4 – Peso médio e índices reprodutivos de fêmeas de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>) obtidos no sistema recirculação e aberto.....	47
Tabela 5 – Parâmetros físico-químicos da qualidade de água (média ± desvio padrão) dos aquários de pós larvas de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>) alimentadas com larva de tambaqui (<i>C. macropomum</i>), <i>Artemia</i> sp ou plâncton.....	49
Tabela 6 – Parâmetros de desempenho zootécnico (média ± desvio padrão) das pós larvas de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>) alimentadas com larva de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>), <i>Artemia</i> sp e plâncton.....	50
Tabela 7 – Parâmetros físico-químicos (média ± desvio padrão) da água dos viveiros de alevinagem de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>) alimentados com ração, farelo de soja peletizado, farelo de soja fermentado peletizado e ração fermentada.....	52
Tabela 8 – Parâmetros de desempenho zootécnico (média ± desvio padrão) dos alevinos de matrinxã (<i>B. amazonicus</i>), cultivado em viveiro escavado	

e alimentados com ração, soja, soja fermentada e ração fermentada.....	55
------------------------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Panorama da aquicultura mundial e brasileira.....	16
1.2	A piscicultura de espécies nativas.....	17
2	OBJETIVOS.....	20
2.1	Objetivo geral.....	20
2.2	Objetivos específicos.....	20
3	REVISSÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1	Reprodução do matrinxã.....	21
3.2	Larvicultura do matrinxã.....	23
3.3	Alevinagem do matrinxã.....	25
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1	Localização do experimento.....	27
4.2	Aquisição dos exemplares de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>).....	27
4.3	Experimento 1: indução à desova com uso de hipófise e r-HCG.....	28
4.4	Experimento 2: incubação dos ovos em sistema com ou sem recirculação de água.....	34
4.5	Experimento 3: tipos de alimentos para as pós-larvas de <i>B.</i> <i>amazonicus</i>	36
4.6	Experimento 4: alimentação de alevinos de <i>B. amazonicus</i> com probiótico.....	38
4.7	Análises estatísticas.....	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1	Experimento 1: indução à desova com uso de hipófise e r-HCG.....	43
5.2	Experimento 2: Incubação dos ovos em sistema com ou sem recirculação de água.....	47
5.3	Experimento 3: tipos de alimentos para as pós-larvas de <i>B.</i> <i>amazonicus</i>	48
5.4	Experimento 4: alimentação de alevinos de <i>B. amazonicus</i> com probiótico.....	51
6	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 Panorama da aquicultura mundial e brasileira

A produção pesqueira é composta pelo extrativismo e pelo cultivo, ambos podendo ser desenvolvidos em águas continentais (rios, lagos, represas, açudes) e em águas oceânicas. Sendo a pesca marinha e a aquicultura continental as principais atividades produtoras de pescado no mundo (FAO, 2016; FAO, 2018).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2018) a produção pesqueira no ano de 2016 foi de 170,9 milhões de toneladas, desconsiderando a produção de algas, répteis e mamíferos. Havendo um crescimento de 9,8%, com um incremento de 16,9 milhões de toneladas no período compreendido entre os anos de 2011 a 2016. Já a atividade aquícola produziu 80 milhões de toneladas em 2016, com um crescimento de 18,2 milhões de toneladas no período compreendido entre os anos de 2011 a 2016, representando um aumento de 22,75% na produção.

O continente asiático se destaca na produção aquícola mundial devido a produção de países como: China, Índia e Indonésia, que são os três maiores produtores e juntos repondem por uma produção de 59.894 mil toneladas o que representa 74,8% de toda a produção mundial. Alguns outros países nos demais continentes também, apresentam uma produção expressiva, tais como: Egito com uma produção de 1.371 mil toneladas; Noruega com uma produção 1.326 mil toneladas e Chile na América do Sul com 1.326 mil toneladas, e juntos representam 4,7% da produção aquícola mundial (FAO, 2018).

O Brasil se destaca na aquicultura sobretudo no cultivo de peixes em águas interiores e no cultivo de camarão, sendo o 13º maior produtor aquícola do mundo com uma produção estimada em 0,6 milhão de toneladas de pescado. Embora o país possua gigantesco potencial aquícola, tais como: país com maior extensão territorial da América Latina, possuir a maior bacia hidrográfica do mundo, grandes reservatórios de água doce (hidrelétricas, açudes), uma vasta faixa litorânea e clima favorável o ano inteiro, além de ser favorecido com uma grande biodiversidade aquática; a piscicultura brasileira produziu no ano de 2016 apenas 507,1 mil toneladas de peixe (DAVID *et al.*, 2015; ECHEVERRY; GALLO, 2015; FAO, 2018; VIANNA; BORNETTI FILHO, 2018; ARAUJO *et al.*, 2018). No entanto, em termos produtivos

destaca-se a produção de *Oreochromis niloticus* (tilápia), espécie exótica oriunda da África que representa 60% da piscicultura brasileira, sendo produzida com maior ênfase nas regiões sul, sudeste, centro-oeste e nordeste do país (IBGE, 2018).

1.2 A piscicultura de espécies nativas

A maior biodiversidade de peixes do Brasil está localizada na região amazônica, apresentando mais de 3.000 espécies de peixes conhecidas, razão das principais espécies nativas cultivadas serem desta região, tais como: *Colossoma macropomum* (tambaqui), *Arapaima gigas* (pirarucu), *Prochilodus* spp (curimatã), *Pseudoplatystoma* spp (surubim), *Brycon amazonicus* (matrinxã), sem mencionar os peixes híbridos e ornamentais, estas espécies também aprestam valor comercial para a pesca, muito embora a atividade se encontre estagnada ou em declínio (BUCKUP; MENEZES; GHAZZI, 2007; HURD *et al.*, 2016; MATTOS *et al.*, 2016; IBGE, 2018; AYALA *et al.*, 2018; VALLADÃO; GALLANI; PILARSKI, 2018).

A espécie nativa mais cultivada é o *C. macropomum* (tambaqui) com uma produção de 102,55 mil toneladas que corresponde a 19,7% da piscicultura nacional, sendo que essa produção se concentra na região norte e nordeste, com destaque para os estados de Rondônia, Maranhão e Roraima (IBGE, 2018).

O cultivo do matrinxã é predominantemente realizado na região norte, nos estados do Amazonas (1.838 t), Tocantins (500 t), e Roraima (368 t), tendo sido obtido uma produção nacional de 3.603 toneladas no ano de 2018. Sendo este realizado em canais de igarapé, tanque-rede e viveiros escavados. No entanto, o que limita o crescimento da produção piscícola desta espécie é o elevado custo dos alevinos, sendo R\$ 600,00 o milheiro (ARBELÁEZ-ROJAS; FRACALLOSSI; FIM, 2002; AYALA *et al.*, 2018; GADELHA; ARAÚJO, 2013; LAGO *et al.*, 2014; IBGE, 2018). Outro entrave na produção dessa espécie, e que contribui significativamente na elevação do custo de produção é o elevado canibalismo das larvas, sendo necessário o fornecimento de larvas forrageiras, como a larva do tambaqui que é a mais utilizada por piscicultores do Amazonas (SOUZA *et al.*, 2014; ZANIBONI-FILHO; WEINGARTNE, 2007; GOMES *et al.*, 2011).

Existem muitos peixes conhecidos como matrinxã: *Brycon orthotaenia* (da bacia do rio São Francisco); *Brycon cephalus* e *Brycon amazonicus* (ambas espécies da bacia amazônica), mas a espécie de matrinxã referida no cultivo para a aquicultura

é o *Brycon amazonicus*, a qual é mais amplamente distribuída, enquanto que, o *Brycon cephalus* limita-se a bacia do alto rio Amazonas no Peru e Bolívia. A espécie *B. amazonicus* taxonomicamente é classificada na Classe: Actinopterygii; Ordem: Characiformes; Família: Characidae e Genêro: *Brycon* (BORGES, 1986; LIMA, 2003; GONÇALVES; BAZZOLI; BRITO, 2006).

O *B. amazonicus* realiza a migração reprodutiva (piracema), apresentando desova total, com o pico do período reprodutivo na natureza compreendido entre os meses de dezembro a janeiro (ZANIBONI-FILHO; RESENDE, 1988). A reprodução de peixes reofílicos em cativeiro só ocorre mediante a hipofisacção, técnica de indução hormonal utilizada desde 1930, sendo ainda hoje o principal procedimento adotada pelos laboratórios de produção de alevinos no Brasil. No entanto, essa metodologia apresenta algumas desvantagens tais como: alto custo de aquisição; variabilidade na qualidade e quantidade dos hormônios presentes em cada glândula, sobretudo no conteúdo de gonadotrofinas (GtH), podendo ainda apresentar outros hormônios, além da possibilidade de transmissão de doenças (ZANIBONI-FILHO; BARBOSA, 1996; DONALDSON, 1996; PARDO-CARRASCO *et al.*, 2006).

Quanto ao seu hábito alimentar *B. amazonicus* é considerado onívoro pois consome itens de origem vegetal tais como: sementes, frutos, restos vegetais como também itens de origem animal: insetos e restos de peixes. A proporção dos itens ingeridos varia de acordo com o período hidrológico: nos períodos de enchente e cheia os itens alimentares predominantes são: sementes, restos vegetais, insetos e restos de peixes e, nos períodos de vazante e seca há o predomínio de restos vegetais de plantas herbáceas e restos de peixes. A maior diversidade de itens alimentares durante o período da enchente e cheia ocorre devido a subida dos níveis dos rios que acabam por inundar a mata ciliar aumentando consideravelmente a área de alimentação (PIZANGO-PAIMA; PEREIRA-FILHO; OLIVEIRA-PEREIRA, 2001).

O matrinxã apresenta um grande potencial para a piscicultura, podendo ser cultivado tanto em sistemas extensivos, semi-intensivos, intensivos quanto, superintensivos, apresentando fácil adaptação ao confinamento, aceitação de ração com baixo teor proteico por se tratar de um peixe de hábito alimentar onívoro e rápido crescimento. É bem apreciado pelos consumidores devido às suas propriedades organolépticas agradáveis e possuir carne branca sendo muito requisitado pelo mercado consumidor (ZANIBONI-FILHO *et al.*, 2006). Porém sua reprodução só é obtida em cativeiro a partir do uso da hipofisacção, técnica de propagação artificial mais

utilizada no país (ZANIBONI-FILHO; REYNALTE-TATAJE; WEINGARTNE, 2006; GOMES; URBINATI, 2010).

Novas alternativas vêm surgindo visando melhorar a produção de organismos aquáticos, como por exemplo a utilização de probióticos, que proporciona melhoria nos índices de desempenho zootécnico, além de incitar o sistema imune nato e inato dos organismos cultivados. Alguns grupos de probióticos podem atuar na decomposição da matéria orgânica, contribuindo assim na redução dos níveis de fósforo, amônia e nitrito o que implica na melhoria da qualidade de água do cultivo, levando a redução do estresse ambiental para os animais resultando em melhor conversão alimentar (NAYAK, 2010; GIRI; SEM; SUKUMARAN, 2012).

Há duas formas distintas de se introduzir os probióticos no ambiente de cultivo: diretamente na água ou através da suplementação do alimento fornecido aos animais, sendo este último o que apresenta melhores resultados no desenvolvimento dos organismos cultivados, tendo em vista que as bactérias incorporadas na alimentação passam a integrar a microbiota do intestino dos animais já tendo sido empregado no cultivo de camarão, tilápia, salmão, truta arco-iris, tambaqui, e matrinxã entre outros (MERRIFIELD *et al.*, 2010; STANDEN *et al.*, 2016; BURBANK *et al.*, 2011; AZEVEDO *et al.*, 2016; DIAS *et al.*, 2011; THURLOW *et al.*, 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o uso de tecnologias alternativas para a reprodução induzida, incubação, larvicultura e alevinagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*).

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a eficácia da utilização do Hormônio da Gonadotrofina Coriônica Humana recombinante (r-HCG), na indução à desova de matrizes de matrinxã (*B. amazonicus*).

Comparar o sistema de recirculação com o sistema tradicional de fluxo aberto de água, durante a fase de incubação dos ovos de matrinxã (*B. amazonicus*).

Avaliar a influência dos itens alimentares (larva forrageira, náuplio de *Artemia* e plâncton), no crescimento e sobrevivência das pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*).

Avaliar os efeitos da utilização da soja e da ração fermentada com probiótico, no desempenho zootécnico de alevinos de matrinxã (*B. amazonicus*).

3 REVISSÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Reprodução do matrinxã

O matrinxã, assim como muitos peixes da Bacia Amazônica, é um peixe de piracema, ou seja, realiza migração reprodutiva que, por sua vez, está associada a fatores ambientais, estando principalmente atrelado ao período chuvoso. É durante esse período do ano em que há uma redução na temperatura da água assim como o fotoperíodo, gerando um aumento significativo no nível e no fluxo dos rios. Essas mudanças ambientais estimulam a região do hipotálamo promovendo a liberação dos fatores liberadores de gonadotrofinas, possibilitando assim a produção dos hormônios gonadotróficos e de esteroides viabilizando a desova (ANDRADE *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

A glândula pituitária é a principal responsável pela produção dos hormônios envolvidos na reprodução dos peixes. Esta é subdividida em neuro-hipofise e adeno-hipofise, sendo essa segunda parte regulada por hormônios oriundos do hipotálamo e a responsável por secretar o hormônio folículo-estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH). Nas fêmeas o FSH desempenha o papel de regular o crescimento vitelogênico dos folículos, enquanto o LH atua no processo de maturação final e ovulação. Nos machos o FSH atua nas células germinativas promovendo a espermatogênese, enquanto o LH estimula as células de Leydig para produzir andrógenos (NAGAHAMA; YAMASHITA, 2008; SILVA *et al.*, 2018).

Desta forma para promover a propagação artificial de peixes reofílicos vem sendo empregado largamente em todo o mundo a técnica da hipofisação que consiste na utilização do Extrato Bruto de Hipófise (EBH) de peixes doadores, geralmente carpa, EBHC (SZABÓ *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2018; AJAYI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016).

Em cativeiro a primeira maturação sexual do *B. amazonicus* ocorre relativamente cedo, em torno de dois a três anos de vida, dependendo do estado nutricional das matrizes, sendo o período reprodutivo compreendido entre os meses de outubro a janeiro (CAMARGO; ZAIDEN; URBINATI, 2008; ZANIBONI-FILHO; RESENDE, 1988).

A primeira propagação artificial do matrinxã foi obtida por Bernardino *et al.* (1993) utilizando extrato de hipófise de curimatá (*Prochilodus scrofa*), tendo sido

utilizado uma dosagem total de 4,4 mg/kg para as fêmeas, a qual foi dividida em duas doses: uma dose preparatória de 0,4 mg/kg e uma decisiva de 4 mg/kg, após onze horas da dose preparatória. Para os machos foi ministrada uma dose única de 1,5 mg/kg, simultaneamente à aplicação da dose decisiva das fêmeas. Atualmente vem se utilizando o Extrato Bruto de Hipófise de Carpa (EBHC) nas seguintes dosagens para as fêmeas: 0,5 mg/kg na dosagem preparatória e 5 mg/kg na dosagem decisiva, com intervalo de aplicação de 10 horas, podendo a dose preparatória ser parcelada em 0,25 mg/kg e após 5 horas ser aplicado os 0,25 mg/kg restantes. Para os machos geralmente se aplica uma dose única, logo após a aplicação da dose decisiva das fêmeas, podendo variar de 1,5 - 2,5 mg/kg (ROMAGOSA *et al.*, 2001; CAMARGO; URBINATI, 2008).

Hormônios sintéticos liberadores de gonadotrofinas (GnRH), tais como: o Hormônio da Gonadotrofina Coriônica Humana (HCG); Ovopel®; Ovaprim® e o Hormônio Luteinizante (LH-RH) vêm sendo utilizados para a propagação artificial de peixes (CEJKO; KREJSZEFF, 2016; ZADMAJID, 2016; SOUZA *et al.*, 2018; ADAWIYAH *et al.*, 2019). No entanto, embora esses hormônios venham se mostrando uma alternativa ao Extrato Bruto de Hipófise, não foi comprovada a eficácia do Hormônio Luteinizante (LH-RH), assim como a do Análogo de Mamífero do Hormônio Liberador de Gonadotrofinas (mGnRH-a) e o Hormônio da Gonadotrofina Coriônica Humana (HCG) para o matrinxã (RAMOS; RAMOS; MENDONÇA, 1997; PARDO-CARRASCO *et al.*, 2006; MYLONAS; DUNCAN; ASTURIANO, 2017).

A utilização de hormônios sintéticos a partir de hormônios análogos de liberadores de gonadotrofina (GnRH-a) não gera resposta imunológica pelo animal; possibilita a liberação do GnRH endógeno e desencadeia os processos de maturação final, ovulação, desova e espermição, o que promove uma maior integração entre os hormônios necessários à reprodução; além de ser um produto sintetizado em laboratório, o que elimina o risco de transmissão de enfermidades (DONALDSON, 1996; ZOHAR; MYLONAS, 2001). São poucos os estudos que avaliaram a viabilidade da utilização de hormônios sintéticos na indução hormonal do matrinxã (RAMOS; RAMOS; MENDONÇA, 1997; HONZCZARYK, 1997; PARDO-CARRASCO *et al.*, 2006; OLIVEIRA; OLIVEIRA; CORREA, 2018).

3.2 Larvicultura do matrinxã

A larvicultura é a etapa posterior ao processo de incubação dos ovos fertilizados e se inicia ainda nas incubadoras cilíndrico-cônicas, logo após a eclosão que, no caso do matrinxã, leva em torno de 12 a 17 horas após a fertilização (HAF), dependendo da temperatura da água. Nessa fase os animais recém eclodidos são comumente chamados de larvas, caracterizando-se por não possuir pigmentação e apresentando os primeiros movimentos de natação, além de conter um saco vitelínico. Por volta de 18 horas após a fertilização, percebe-se o início da pigmentação da retina. Já a abertura da boca ocorre aproximadamente 28 HAF e os dentes começam a surgir com 30 HAF e é as 36 HAF que se inicia o comportamento agressivo, culminando no processo de canibalismo. A agressividade e o canibalismo durante a fase de larvicultura são os principais entraves da produção do matrinxã, o que eleva significativamente a taxa de mortalidade, resultando em uma baixa produção de alevinos (BERNARDINO *et al.*, 1993; FARIA, 1994; CECCARELLI; VOLPATO, 2001; LEONARDO *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2014; NAKAUTH *et al.*, 2016).

Atualmente tem se buscando alternativas para se minimizar os efeitos do canibalismo durante as horas iniciais da larvicultura de matrinxã, sendo os principais: fornecimento de alimento em quantidade (número de presas/PL) e qualidade nutricional; diminuição da densidade de estocagem; diminuição da temperatura da água de cultivo; redução da intensidade luminosa e utilização de hormônios tireoidianos, como a triiodotironina, para redução da agressividade das pós-larvas. Ao iniciar o consumo de alimento exógeno as larvas passam a ser chamada de pós-larvas (PL's) e após 2-3 dias nas incubadoras é realizada a transferência para viveiros previamente tratados com calcário agrícola e adubados, sendo que os procedimentos de calagem e adubação variam de acordo com as necessidades do solo e da água de cada propriedade (BIELAŃSKA-GRAJNER *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2018; LOPES; VILLACORTA-CORREA; CARVALHO, 2018; BARROS; VILLACORTA-CORREA; CARVALHO, 2019).

Com o intuito de minimizar a mortalidade por adesão ao substrato em viveiros com grande quantidade de matéria orgânica, alguns laboratórios fazem uso de hapas. Após a estocagem nos viveiros se inicia também o arraçoamento com ração em pó contendo de 36 a 40% de proteína bruta (PB), sendo a alimentação fornecida em todo o viveiro, mas concentrando-se inicialmente nas proximidades da hapa (GOMES; BALDISSEROTTO; SENHORINI, 2000; LEONARDO *et al.*, 2013).

A densidade de estocagem das pós-larvas nos viveiros pode variar de acordo com a finalidade do produtor. Se o intuito for comercializar alevinos, a densidade recomendada deve ser de 120 pós-larvas/m², no entanto se o intuito for o crescimento buscando a homogeneidade do lote o recomendado é de que se adote 30 pós-larvas/m² (GOMES; BALDISSEROTTO; SENHORINI, 2000).

Na natureza os itens alimentares consumidos pelas pós-larvas (PL) de matrinxã dependem do seu tamanho. Pós-larvas com até 7 mm de comprimento apresentam preferência alimentar por rotíferos, enquanto que pós-larvas maiores de 9 mm começam a preda larvas de peixe e a consumir cladóceros pelágicos (LEITE; ARAÚJO-LIMA, 2002). Nos laboratórios de reprodução de peixes é usual fornecer larvas de peixes de outras espécies, tais como: curimatã e tambaqui, entretanto, essa prática acaba por onerar o preço final do alevino, tendo em vista o elevado consumo de hipófises gastos em todo o processo, além de se ter a necessidade de disponibilizar incubadoras para a produção das larvas forrageiras. Uma alternativa alimentar para as PL's é o fornecimento de zooplâncton (rotíferos, cladóceros, copépodos), podendo resultar em taxas de sobrevivência maiores, porém não há um protocolo específico para alimentação das mesmas (BERNARDINO *et al.*, 1993; LOPES; SENHORINI; SOARES, 1994; SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003; NAKAUTH *et al.*, 2016).

Uma alternativa para a alimentação das pós-larvas de matrinxã pode ser o uso da *Artemia* sp. um microcrustáceo encontrado em áreas com elevada salinidade, que tem a característica de produzir cisto/ovos de resistência, possui um protocolo de produção bem estabelecido, os cistos podem ser esterilizados com hipoclorito de sódio minimizando a entrada de patógenos e, ainda, pode ser enriquecida com microalgas, ácidos graxos e lecitina, processo esse chamado de bioencapsulação (RIZWAN *et al.*, 2018; ROGACKI *et al.*, 2019; RUDTANATIP *et al.*, 2019).

Por apresentar essas características é o alimento vivo comumente mais utilizado nas larviculturas de organismos aquáticos, sendo utilizada principalmente na larvicultura de peixes, polvo, caranguejo e camarões marinhos, mas também pode ser utilizada como alimento vivo na larvicultura de peixes de água doce, como por exemplo o pirarucu, tambaqui, pacu e matrinxã (SEVILLA; GUNTHER, 2000; SORGELOOS; DHERT; CANDREVA, 2001; DIAS *et al.*, 2011; PORTELLA *et al.*, 2014; SYAFAAT *et al.*, 2019; REIS *et al.*, 2019; GONÇALVES *et al.*, 2019).

3.3 Alevinagem do matrinxã

A alevinagem de matrinxã ou recria é de suma importância para o sucesso da produção, pois a estocagem de animais maiores na fase de engorda reduz a mortalidade, consequentemente previne prejuízos ao fim do ciclo produtivo. Nesta fase os animais são cultivados em viveiros escavados na densidade de 10 peixes/m². Durante esse período de cultivo o arraçoamento é realizado de 3-4 vezes ao dia, utilizando ração com teor proteico variando de 34 a 36%. A recria também pode ser desenvolvida em tanque-rede, para esse sistema de produção a densidade de estocagem sugerida é de 500 peixes/m³ (BRANDÃO *et al.*, 2005; GOMES; URBINATI, 2010).

Por ser uma espécie de hábito alimentar onívora, *B. amazonicus* consegue se desenvolver independentemente da fonte proteica consumida, ou seja, não faz diferenciação se a fonte proteica é de origem animal ou vegetal. Outra grande vantagem apresentada pela espécie é o crescimento compensatório, ou seja, mesmo com privação alimentar por alguns dias, ao voltar a ser alimentada a espécie consegue recuperar a taxa de crescimento. Essa característica é de suma importância, por possibilitar ao produtor uma redução na oferta de ração além de auxiliar na melhoria da qualidade de água (GOMES; URBINATI, 2010; URBINATI; SARMIENTO; TAKAHASHI, 2014).

Atualmente objetivando tornar a aquicultura uma atividade ambientalmente mais sustentável vem se desenvolvendo pesquisa com a utilização de probióticos, que por definição são microrganismos vivos suplementados na alimentação dos organismos cultivados. Estes microrganismos, por sua vez, proporcionam um melhor aproveitamento do alimento consumido, resultando em melhor desempenho zootécnico, melhoria das condições fisiológicas, através do estímulo de desenvolvimento das células responsáveis pelo sistema imunológico, particularmente sob condições de estresse. Como resultado ocorre a redução da quantidade de excretas produzidas pelos animais, e uma melhor qualidade do ambiente de cultivo (DAWOOD *et al.*, 2016; DAWOOD *et al.*, 2017; ELSABAGH *et al.*, 2018; ZAINELDIN *et al.*, 2018; DAWOOD *et al.*, 2019).

A suplementação via ração com probióticos na aquicultura já se mostrou viável quando fornecido à matrizes, previamente ao processo de reprodução, resultando em melhoria nos índices reprodutivos. Na alevinagem o uso de probiótico

resultou em melhores taxas de desempenho zootécnico, levando ao aumento da imunidade e, conseqüentemente, na resistência (DIAS *et al.*, 2011; NAKANDAKARE *et al.*, 2013; THURLOW *et al.*, 2019).

Na atividade da aquicultura devido ao adensamento dos animais e ao fornecimento de ração, acaba por ocorrer um aumento na concentração de compostos nitrogenados na água, tais como amônia e nitrito. Este último quando em elevadas concentrações, prejudica o sistema imunológico dos animais cultivados, devido a conversão da hemoglobina em metahemoglobina, sendo comumente conhecida como doença do sangue marrom. Desta forma o uso de probióticos pode auxiliar na redução desses compostos nitrogenados, garantindo assim a melhoria da qualidade de água, que, por sua vez, implica em melhoria do ambiente de cultivo, reduzindo o estresse e auxiliando indiretamente em maiores taxas de crescimento (IDI *et al.*, 2015; SHAN *et al.*, 2016; BARMAN *et al.*, 2018; GAO *et al.*, 2018).

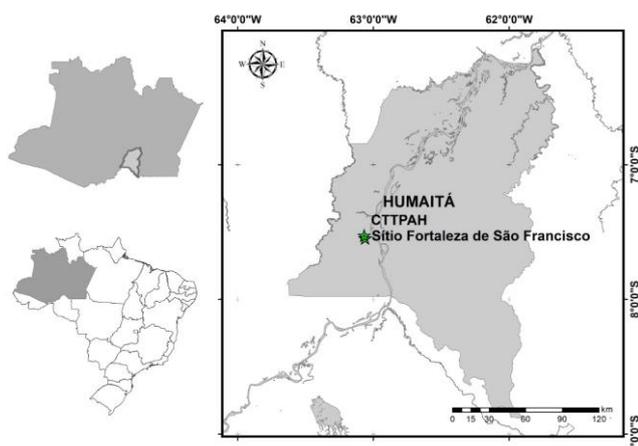
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

Os experimentos de reprodução e alevinagem foram realizados no Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de Alevinos de Humaitá (CTTPAH), localizado na cidade de Humaitá, sul do Amazonas (7°31'31.9"S; 63°04'01.8"W). O referido Centro é mantido em uma parceria entre a Prefeitura Municipal de Humaitá e a Secretaria Estadual de Pesca e Aquicultura (SEPA), integrante da Secretaria de Produção Rural do Estado do Amazonas (SEPROR). O mesmo possui área total de 90 ha, das quais 7 ha são de viveiros escavados que variam entre 200 a 2.400 m².

Já o experimento de larvicultura foi desenvolvido no Sítio Fortaleza de São Francisco (7°32'43.7"S; 63°03'39.9"W), propriedade localizada na área rural do município de Humaitá, distante 6 km do centro do município (FIGURA 1).

Figura 1 - Localização geográfica do município de Humaitá e dos locais onde foram realizados os experimentos: Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de alevinos (CTTPAH) e Sítio Fortaleza de São Francisco



Fonte: Base de dados digitais do IBGE (IBGE, 2019).

4.2 Aquisição dos exemplares de matrinxã (*Brycon amazonicus*)

Os peixes destinados à formação do plantel de reprodutores utilizados no presente estudo foram adquiridos na Piscicultura Rey do Peixe, localizado no município de Itapuã do Oeste, distante 350 km da cidade de Humaitá. Estes foram

transportados por via terrestre em sacos plásticos contendo 1/3 de água e 2/3 de oxigênio. Apresentavam peso médio inicial de $5,28 \pm 0,56$ g e comprimento médio inicial de $7,4 \pm 0,3$ cm.

Inicialmente 1.200 animais foram estocados na recria, que foi realizada em viveiros escavados com dimensões de 10x20x1m, (200 m³) na densidade de 1 peixe/m³, alimentados quatro vezes ao dia (8h; 11h; 14h e 17 horas) com ração extrusada contendo 32% de proteína bruta (PB), e granulometria de 6-8 mm, sendo posteriormente aumentado para 8-10 mm. Já a engorda foi realizada em um viveiro com dimensões de 30x80x1 m (2.400 m³) com uma densidade de estocagem de 0,25 peixe/m³, sendo alimentados com ração comercial contendo 28% de PB e granulometria de 8-10 mm na frequência de duas vezes ao dia, sendo o arraçoamento realizado às 9h e 16h. Após um ano e nove meses de cultivo os animais já haviam atingido a maturação sexual e foram utilizados no experimento de reprodução.

4.3 Experimento 1: indução à desova com uso de hipófise e r-HCG

Para a realização deste experimento foram feitos arrastos em um viveiro medindo 30x80x1 m com o intuito de capturar machos e fêmeas aptos ao processo reprodutivo. Os machos foram selecionados de acordo com a sua capacidade de liberar sémen sob leve pressão abdominal, enquanto que as fêmeas foram selecionadas através de suas características externas, quais sejam: maior diâmetro da cavidade abdominal e hiperímiação da papila urogenital (ROMAGOSA *et al.*, 2001; SOUZA, *et al.*, 2018).

Após a seleção, os peixes foram transportados até o laboratório, com o auxílio de um veículo e caixa térmica com água contendo sal na quantidade de 8 g/L, uma vez que esse procedimento minimiza o estresse do transporte, estimula a produção de muco e evita a perda de escamas (URBINATI; CARNEIRO, 2006; DINIZ; HONORATO, 2012; TACCHINI *et al.*, 2015). Vale ressaltar que todo esse procedimento foi realizado com oxigenação constante da água (FIGURA 2). No laboratório os animais foram aclimatados ainda na caixa de transporte, sendo os peixes em seguida transferidos com o auxílio de um puçá para os tanques de manuseio onde foram estocados de acordo com o sexo.

Figura 2 – Equipamentos utilizados no transporte das matrizes de *B. amazonicus* até ao laboratório visto ao fundo (seta vermelha)



Fonte: Autor, 2019.

Os exemplares foram pesados e marcados, dez horas após a estocagem nos tanques de manuseio. O nível da água foi reduzido para facilitar o processo de captura dos animais, e para minimizar o estresse dos animais e facilitar o manejo, os peixes foram anestesiados com extrato de óleo de cravo (eugenol) na concentração de 50 mg/L, previamente diluído em álcool (VIDAL *et al.*, 2007; BOIJINK *et al.*, 2017). Como último critério de seleção das fêmeas, foi realizado uma análise do aspecto dos oócitos, obtidos por canulação, conforme técnica estabelecida por Fenerich-Verani; Godinho e Narahara (1984). Aos oócitos coletados foi adicionado solução de Serra para clareamento da membrana e facilitar a visualização da vesícula germinativa em microscópio óptico, conforme descrito em Romagosa *et al.* (2001). Foi considerado que os oócitos das fêmeas aptas ao processo reprodutivo apresentavam coloração azulada e a posição da vesícula germinativa na parte periférica.

Como controle na realização deste experimento foi realizado a propagação artificial através do processo da hipofisação. Nas fêmeas foi utilizado uma dosagem total de 5,5 mg de extrato bruto de hipófise de carpa para cada quilo de peixe, sendo a dose inicial, ou dose preparatória de 0,5 mg/kg dividida em duas aplicações de 0,25 mg/kg, a primeira às 2h e a segunda cinco horas depois da primeira, ou seja, às 7h. A dose decisiva de 5 mg/kg foi administrada dez horas após a primeira aplicação, às 12h. Feito isso foi iniciado então o monitoramento da temperatura da água dos tanques onde os peixes estavam estocados, para determinação das horas-grau. O

monitoramento seguido de hora em hora, até atingir 180 horas-grau. Para os machos foi aplicado uma dosagem única de 1,5 mg/kg uma hora antes da última dose nas fêmeas (GOMES; URBINATI, 2010).

O hormônio teste foi o hormônio sintético da Gonadotrofina Coriônica Humana recombinante (r-hCG), Ovidrel®, produzido através da tecnologia do DNA recombinante em células de hamster, comercializado na forma de seringas com uma concentração de 6500 UI de hCG. Nas fêmeas foram utilizadas concentrações crescentes e combinações com o extrato bruto de hipófise de carpa, conforme apresentado na Tabela 1.

Para os machos foi aplicada dose única crescente de r-HCG (Ovidrel®) nas concentrações de: 500; 600; 700 ou 800 UI/kg. No grupo controle foi aplicado extrato bruto de hipófise de carpa, em dose única de 1,5 mg/kg (TABELA 1).

Tabela 1 - Doses hormonais de Gonadotrofina Coriônica Humana recombinante (r-HCG – Ovidrel®) e extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC) utilizadas para indução à desova em matrinxã, *Brycon amazonicus*

Tratamento	Dose em fêmeas		Dose em machos	
	r-hCG (UI/kg)	EBHC (mg/kg)	r-hCG (UI/kg)	EBHC (mg/kg)
1	1.500	-	500	-
2	1.700	-	600	-
3	1.900	-	700	-
4	2.100	-	800	-
5	1.500	5	-	-
6	1.700	5	-	-
7	1.900	5	-	-
8	2.100	5	-	-
Controle	-	5,5	-	1,5

Fonte: dados da pesquisa. UI – Unidade Internacional.

Para auxiliar no preparo das dosagens do hormônio sintético foi utilizada uma pipeta automática para a retirada da quantidade correta de r-hCG, sendo em seguida diluído em 0,5 mL de soro fisiológico. Todas as injeções foram aplicadas na base da nadadeira peitoral.

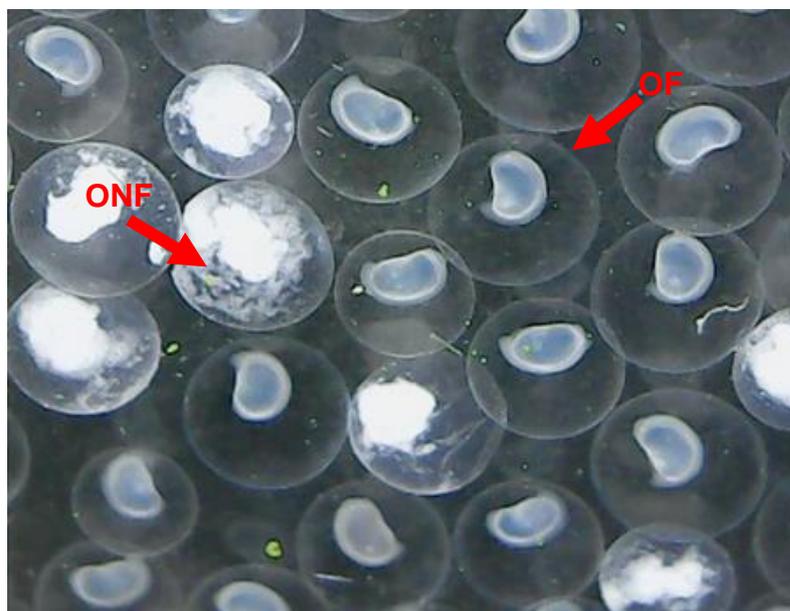
Ao todo foram utilizados 42 peixes sendo 27 fêmeas e 15 machos, trabalhando-se com três peixes para cada dosagem, inclusive para o grupo controle no qual foi administrado hipófise.

Ao completar 180 horas-grau, foi avaliada a eficiência da indução à desova, sendo considerado para tal, a ocorrência na fêmea da liberação de óvulos e no macho a liberação de sêmen, mediante leve pressão abdominal. Feito isso, as fêmeas foram submetidas a extrusão, mediante massagem abdominal, sendo os óvulos coletados em uma bacia plástica e depois pesados para determinar a produção de óvulos (g) e taxa de fecundidade relativa (%). Sequencialmente à extrusão nas fêmeas, foi feita a extrusão nos machos, sendo o sêmen coletado em um becker para quantificação do volume seminal (mL). Após esse procedimento o sêmen foi adicionado aos óvulos, misturados suavemente com auxílio de uma colher plástica e, em seguida, submetido a hidratação. Posteriormente os ovos foram estocados nas incubadoras cilíndrico cônicas de 200 L, com um fluxo de água de 7 L/minuto e mantendo uma densidade de 1 g ovos/L de água.

Seis horas após a fertilização, com auxílio de uma peneira, amostras de ovos foram coletadas em triplicata nas incubadoras e colocadas em placas de petri para a determinação da taxa de fertilização (%). Na análise os ovos transparentes foram considerados fertilizados (viáveis), enquanto os opacos (esbranquiçados) foram considerados não fertilizados (goros, inviáveis) (FIGURA 3). Decorridos doze horas da fertilização, amostras em triplicatas foram coletadas novamente nas incubadoras com auxílio de peneira, para determinação da taxa de indivíduos aptos à eclosão (%). Foram considerados viáveis à eclosão ovos transparentes e com larvas ativas no seu interior, e não viáveis à eclosão, ovos opacos ou com larvas inativas (FIGURA 4).

Após dois dias de incubação, em cada incubadora foram coletadas 100 mL de água, em triplicata, para contagem de pós-larvas (FIGURA 5). Feito a contagem e obtido o número médio de pós-larvas em 100 mL de água, foi feita a extrapolação para o volume da incubadora, de modo a estimar a produção de pós-larvas.

Figura 3 - Ovos de matrinxã (*B. amazonicus*) 6 horas após fertilização (OF – ovos fertilizados; ONF – ovos não fertilizados)



Fonte: Autor, 2019.

Figura 4 - Larvas de matrinxã (*B. amazonicus*) no interior dos ovos momentos antes da eclosão (MAE)



Fonte: Autor, 2019.

Figura 5 – Pós-larva de matrinxã (*B. amazonicus*) com aproximadamente 48 horas após fertilização



Fonte: Autor, 2019.

Para estimar as variáveis monitoradas foram adotadas as fórmulas conforme seguem:

a) Fecundidade absoluta (Fa)

$$Fa(\%) = \frac{WOV}{Wfe} \times 100$$

Onde:

WOV = Peso (g) de óvulos produzidos por fêmea

Wfe = Peso corpóreo (g) da fêmea

b) Taxa de fertilização (Tf)

$$Tf(\%) = \frac{N^{\circ} OV}{N^{\circ} TO} \times 100$$

Onde:

Nº OV = Número de ovos viáveis

Nº TO = Número total de ovos

c) Taxa de eclosão (Te)

$$\text{Te}(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{LV}}{\text{N}^\circ \text{TL}} \times 100$$

Onde:

Nº LV = Número de Larvas viáveis

Nº TL = Número total de larvas

d) Produção de pós-larva (PPL)

$$\text{PPL} = \frac{\text{N}^\circ \text{PL} \times 200}{0,1}$$

Onde:

Nº PL = Número de pós-larva

4.4 Experimento 2: Incubação dos ovos em sistema com ou sem recirculação de água

Para obtenção das pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*) utilizadas neste estudo um novo lote de matrizes foi selecionado no viveiro de 2.400 m², sendo composto por 6 fêmeas, com peso médio de 1.116,5 ± 261,8 g; e 12 machos com peso médio de 1.101,5 ± 257,8 g (proporção de 1 fêmea para 2 machos). Os animais foram submetidos à indução hormonal através da técnica da hipofiseção, conforme descrita anteriormente. Após seis horas de incubação foi realizada a taxa de fertilização; doze horas depois a taxa de eclosão, e, após 2 dias, foi calculado a produção de pós-larvas.

No estudo foram testados dois sistemas de suprimento de água na fase de incubação dos ovos. Um sistema de fluxo aberto (sistema tradicional, sem

recirculação de água, aqui considerado grupo controle) e um de fluxo fechado (com recirculação de água, considerado grupo teste). No sistema aberto (FIGURA 6A), o fornecimento de água para as incubadoras foi realizado através de bombeamento da água do viveiro mais próximo ao galpão de reprodução do CCTPAH. A água foi bombeada por uma motobomba de 5 cv (cavalo vapor) para 5 caixas de água de 2.000 L, interligadas entre si, totalizando um volume de 10.000 L e que ficavam sob uma plataforma a 3,5 m do solo. A água chegava as incubadoras por gravidade, sendo em seguida liberada para um igarapé. A vazão foi mantida 420 L/h, e foi ajustada através de registros instalados na tubulação de abastecimento.

No sistema fechado (FIGURA 6 B), foi utilizado um sistema de recirculação contendo três incubadoras cilíndrico-cônicas, com fluxo de água ascendente, cuja água caía em uma caixa de 2.000 L e recirculava para as mesmas incubadoras com o auxílio de bombas submersas com vazão de 2.000 L/h. A vazão foi ajustada através de registros na tubulação de abastecimento a fim de manter a mesma vazão do grupo controle. Durante o período de incubação foi monitorado a temperatura da água, com auxílio de um termômetro.

Figura 6 – (A) Desenho esquemático do sistema de fluxo aberto (sistema tradicional), sem recirculação de água adotado no Centro de Treinamento e Tecnologia de Produção de Alevinos de Humaitá (CCTPAH). (B) Sistema de fluxo fechado (sistema avaliado), com recirculação de água utilizado na incubação de ovos de matrinxã (*Brycon amazonicus*)





Fonte: Autor, 2019.

4.5 Experimento 3: tipos de alimentos para as pós-larvas de *B. amazonicus*

Para a realização desse experimento foram utilizadas pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*) obtidas do experimento anterior. As pós-larvas foram embaladas em sacos plásticos com 1/3 de água e 2/3 de oxigênio e transportadas até o Sítio Fortaleza de São Francisco, distante 3 km do CCTPAH. Após passar por um processo prévio de aclimatação, 2.400 pós-larvas foram estocadas em 12 aquários plásticos (4 aquários para cada tratamento), com 40 L de volume útil, mantendo uma densidade de 5 pós-larvas/L (FIGURA 7).

Figura 7 – Aquários com 40 L de volume útil utilizados no experimento de alimentação das pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*)



Fonte: Autor, 2019.

Todos os aquários foram dotados de aeração fornecida por um compressor de ar com 35 watts de potência, possuindo um registro na mangueira da aeração, com

o intuito de controlar a vazão. Na ponta das mangueiras foi colocado uma pedra porosa para maximizar a difusão do ar no interior dos aquários.

No estudo foram testados três tipos de alimentação para as pós-larvas de matrinxã, quais sejam: larvas de tambaqui, *Colossoma macropomum* (tratamento controle); náuplios de artêmia, *Artemia* sp e plâncton oriundo de um viveiro escavado previamente tratado com calcário agrícola e adubado.

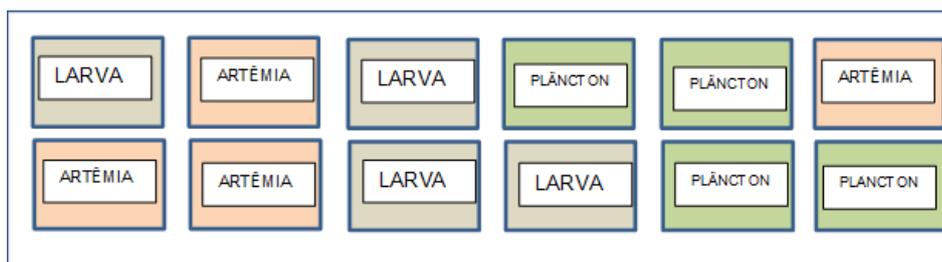
Para a obtenção das larvas de tambaqui foi realizado nas instalações do CTTPAH, a hipofiseação em uma fêmea com peso de 5,6 kg, sendo a dose preparatória de 0,5 mg/kg de extrato bruto de hipófise administrado as 22h e a dose decisiva de 5 mg/kg administrada as 10h. Para fecundar os óvulos (718 g) dessa fêmea, foi utilizado sêmen de dois machos com peso médio de $3,5 \pm 0,6$ kg. Para essa reprodução foi obtida uma taxa de fertilização de 85%, taxa de eclosão de 80% e sobrevivência estimada em 70%, resultando na produção de 410.000 larvas. Do total de larvas obtidas, 100.000 foram embaladas em sacos plásticos e transportadas até o Sítio Fortaleza de São Francisco, onde foram estocadas em uma incubadora com sistema de recirculação de água para uso posterior na alimentação das pós-larvas de matrinxã.

Os náuplios de *Artêmia* sp foram eclodidos em incubadoras cônicas de plástico, com volume aproximado de 1,8 L, para isso a água foi salinizada com 60 g de NaCl, sendo estocados 8 g de cisto por incubadora e submetidos a uma forte aeração. Os náuplios foram obtidos após 24 horas, quando foi então suspensa a aeração para separar os náuplios dos resíduos de cistos. Feito isso os náuplios foram sifonados para uso posterior na alimentação das pós-larvas de matrinxã.

Para obtenção do plâncton uma vez por dia, foi realizada filtragem de 300 L de água de um viveiro previamente tratado com calcário agrícola e adubado com adubo químico NPK (Nitrogênio, Fósforo, Pótasio). O plâncton era composto por microalgas predominantemente clorofíceas, e por rotíferos e copépodos.

Os alimentos foram ofertados 6 vezes ao dia (08h; 10h; 12h; 14h; 16h e 18h), na quantidade de 100 mL para cada aquário. A distribuição dos tratamentos foi feita de forma aleatória, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Desenho esquemático mostrando disposição dos dos aquários e os itens alimentares fornecidos as pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*)



Fonte: Autor, 2019.

O experimento teve duração de 15 dias, durante os quais foi realizado diariamente o sifonamento dos aquários e a cada dois dias renovação de 50% do volume de água, com o intuito de remover os excretas e animais mortos para garantir uma boa qualidade de água.

No estudo foram avaliados o comprimento total (mm) das pós-larvas de matrinxã, fazendo uso de paquímetro, e a taxa de sobrevivência (%) ao final dos 15 dias de cultivo.

4.6 Experimento 4: alimentação de alevinos de *B. amazonicus* com probiótico

O experimento de alevinagem foi realizado ao longo de 105 dias de cultivo. Para isso seis viveiros de 200 m² do CTTPAH foram seccionados ao meio com telas de polietileno com malha de 0,2 mm de abertura, resultando em 12 ambientes de cultivo, cada um com área aproximada de 100 m². Em cada viveiro foram estocados 100 alevinos de matrinxã resultando em uma densidade de 1 peixe/m³ (FIGURA 9).

Foram avaliados três tipos de alimentação mais o grupo controle no qual foi fornecido ração comercial com 32% PB e granulometria de 6-8 mm. Todos em triplicata, sendo a distribuição dos tratamentos feita de forma aleatória.

O tratamento 1 (T1) consistiu na oferta de farelo de soja em formato peletizado. Já o tratamento 2 (T2) consistiu na oferta de farelo de soja fermentado com probiótico Biotrends BM-PRO®, enquanto o tratamento 3 (T3) consistiu na oferta de ração fermentada com probiótico Biotrends BM-PRO®.

Figura 9 - Vista parcial dos viveiros escavado seccionados ao meio para serem utilizados na alevinagem de matrinxã (*B. amazonicus*)



Fonte: Autor, 2019.

Para a fermentação da soja e da ração foi realizado a ativação do probiótico sendo utilizados 5 g de probiótico por kg de ração ou soja. Para o preparo do probiótico foi diluído em 100 mL de água doce, guardando-se a proporção de 1:20. Após 6 horas os 100 mL da cultura ativada foram diluídos em 500 mL de água, sendo realizado uma homogeneização e posterior adição a 1 kg de ração ou de soja, sendo em seguida armazenado em um recipiente fechado por 48 horas, posteriormente foi ofertado aos peixes no caso da ração. Para a soja e a soja fermentada as mesmas passavam por um processo de peletização, para isso era adicionado gelatina incolor sem sabor como aglutinante, sendo a massa prensada em moinho manual contra uma tela com furos de 0,5 mm.

Os alimentos foram ofertados quatro vezes ao dia (8h; 11h; 14h e 17 horas) na taxa de 10% da biomassa estocada.

Para acompanhar o desempenho dos peixes o peso (g) e comprimento total (cm) foram monitorados no início e final do cultivo e a cada quinze dias. Para as biometrias 30% da população de cada viveiro foi capturada com o auxílio de rede de arrasto, pesada e medida. O consumo alimentar também foi monitorado. Para o cálculo das variáveis indicativas de desempenho zootécnico dos peixes foram utilizadas as fórmulas sugeridas por Araujo *et al.* (2011), conforme descritas a seguir:

a) Peso médio (PM)

$$PM(g) = \frac{W}{N_i}$$

Onde:

W = Peso dos peixes amostrados

N_i = Número de peixes amostrados

b) Ganho de peso (GP)

$$GP(g) = W_f - W_i$$

Onde:

W_f = peso final do peixe

W_i = peso inicial do peixe

c) Ganho médio de peso diário (GMPD)

$$GMPD (g. dia^{-1}) = \frac{(W_f - W_i)}{t}$$

Onde:

t = tempo em dias

d) Biomassa (B)

$$B (Kg) = (PM \times N) \times 1000$$

Onde:

PM = Peso médio (g)

N = Número de indivíduos estocados

e) Ganho em Biomassa (GB)

$$GB \text{ (Kg)} = B_f - B_i$$

Onde:

B_f = Biomassa final (kg)

B_i = Biomassa inicial (kg)

f) Fator de Conversão Alimentar (FCA)

$$FCA = \frac{RC}{B}$$

Onde:

RC = Ração consumida (kg)

B = Biomassa final Líquida (kg)

g) Sobrevivência (S), calculada a partir da relação

$$S(\%) = \frac{N_f}{N_i} \times 100$$

Onde:

N_f = Número de peixes final

N_i = Número de peixes inicial

h) Custo Alimentação (CA)

$$CA \text{ (R\$/Kg peixe)} = VA \times FCA \quad \text{ou} \quad CA \text{ (R\$/Kg peixe)} = (VA + VP) \times FCA$$

Onde:

VA = Valor do kg do alimento (ração ou soja)

VP = Valor do g do probiótico

FCA = Fator de Conversão Alimentar

O valor do kg da soja durante o período de realização deste experimento no município de Humaitá foi de R\$ 1,60, enquanto que o kg da ração com teor proteico de 32% foi de R\$1,87; já o valor do kg do probiótico foi de aproximadamente R\$90,00.

Ao longo do período de cultivo não foram feitas trocas de água, apenas a reposição das perdas por infiltração e evaporação. Uma vez por mês foi realizado os seguintes parâmetros físicos e químicos da água dos viveiros: temperatura (°C) com o auxílio de um termômetro, enquanto que o oxigênio dissolvido (mg/L), pH (unidade padrão) e amônia – NH₃ (mg/L), foram determinados através de kits colorimétricos.

4.7 Análises estatísticas

Para a realização das análises estatísticas inicialmente os dados foram avaliados quanto a presença de valores discrepantes. Todos os dados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk para verificação da normalidade, e do teste de Levene's para verificação da homocedasticidade.

Quando os dados não foram paramétricos foi utilizado o teste de Menn Whitney em caso de dois tratamentos (experimento de Incubação), e o teste de Kruskal Wallis para três ou mais tratamentos (experimentos de: reprodução; larvicultura e alevinagem).

Para os dados paramétricos foi utilizado o teste t de student para dois tratamentos e a Análise de Variância de uma via para três ou mais tratamentos para dados independentes e $\alpha = 0,05$. Além disso, para os experimentos com mais de dois tratamentos e tendo sido identificado diferença significativa, foi utilizado o teste de Fisher LSD para as comparações múltiplas. Vale ressaltar que todas as análises foram realizadas conforme Zar (1999). A análise estatística deste trabalho foi realizada utilizando o programa Statistica versão 10.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento 1: indução à desova com uso de hipófise e r-HCG

Como esperado, foi verificado que todas as fêmeas e machos que receberam o extrato bruto de hipófise de carpa desovaram, tendo em vista que essa técnica já vem sendo aplicada com êxito há mais de 27 anos para *B. amazonicus* (BERNARDINO *et al.*, 1993). As desovas obtidas mostraram que o lote de matrizes utilizados neste experimento atingiram a maturidade sexual com 1 ano e 9 meses de idade, se mostrando bem mais precoce do que o lote de matrizes de matrinxã trabalhado por Camargo; Zaidem; Urbinati, (2008) que tinha idade de 3 anos.

No lote de fêmeas submetidas a doses crescentes de r-HCG não foi possível realizar a extrusão para obtenção dos óvulos através das massagens abdominais. Foi observado que todas as fêmeas que receberam o r-HCG em diferentes dosagens apresentaram o intumescimento e rigidez de toda a região ventral.

O uso de hormônios sintético vem se mostrando uma alternativa à utilização do extrato bruto de hipófise de carpa, no entanto o sucesso dos mesmos parece ocorrer quando em associação com bloqueadores de receptor de dopamina (WANG *et al.*, 2011). Pardo-Carrasco *et al.* (2006) ao avaliarem a indução à maturação final e ovulação de *B. amazonicus* com extrato bruto de hipófise de carpa e com o fator liberador de gonadotrofina análogo de mamíferos (mGnRH-a) não lograram êxito quando fizeram uso do hormônio sintético, semelhantemente aos dados deste trabalho. Resultados negativos similares foram encontrados no uso de implantes com mGnRH-a em matrinxã por Pardo-Carrasco *et al.* (2002).

Em contrapartida as fêmeas que receberam uma combinação de r-HCG com hipófise conseguiram liberar seus gametas, demonstrando que o hormônio sintético atuou como uma dose preparatória, desta forma, o extrato bruto da hipófise de carpa atuou complementando a ação do r-HCG, possivelmente estimulando os receptores hormonais, ampliando os efeitos das aplicações subsequentes (ZANIBONI-FILHO; WEIGARTNER, 2007; MYLONAS; FOSTIER; ZANUY, 2010).

Ittzés *et al.* (2015) comparam os efeitos da indução à ovulação de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) utilizando o EBHC com os hormônios sintéticos Ovaprim® e análogo ao do salmão (sGnRH α) associado com antagonista receptor de dopamina,

metoclopramida. Os autores puderam verificar que os melhores resultados de desova foram obtidos nos tratamentos em que as fêmeas receberam hipófise e Ovaprim® sendo obtido 87,5% de sucesso na desova em ambos os tratamentos. Os peixes que receberam apenas o hormônio análogo ao do salmão (sGnRHa) não apresentaram desova. No entanto, quando se utilizou o inibidor de dopamina (metoclopramida) se verificou uma taxa de sucesso na desova de 37,5%. Com base nos dados observados, os autores concluíram que o inibidor de dopamina presente no produto Ovaprim®, a domperidona, é mais eficaz que o metoclopramida.

As fêmeas utilizadas nesse processo de reprodução apresentavam um peso variando de 686 a 1.507 g. A produção de oócitos depende do tamanho da fêmea e de um bom estado nutricional, haja visto a necessidade da realização do processo de vitelogênese no qual a fêmea encaminha energia aos seus oócitos formando o vitelo que irá nutrir a larva até o início de sua alimentação exógena. Quando avaliado o percentual da relação peso vivo com o peso dos oócitos produzido não foi verificada diferença estatística significativa entre as diferentes doses testadas (TABELA 2)

A única diferença estatística encontrada foi com relação a taxa de fertilização das fêmeas tratadas com EBHC. Pardo-Carrasco *et al.* (2006) utilizando fêmeas de 2 anos de idade e peso médio de 1,5 kg induzidas com EBHC obtiveram extrusão de 117,6 g de óvulos e uma taxa de fertilidade de 55,3% enquanto a taxa de eclosão foi de 51%, valores próximos ao observado neste trabalho.

Velasco-Santamaria, Medina-Robles e Cruz-Casallas (2006) ao avaliarem os efeitos da criopreservação do sêmen de matrinxã induzidos a desova com EBHC obtiveram maiores taxas de fertilização com o sêmen fresco aproximadamente 67%, enquanto que com o sêmen congelado e descongelado a 35 °C a taxa de fertilização foi de 54%.

Os machos possuíam peso variando entre 715 e 958 g e, tanto os machos do grupo controle, quanto os que receberam o r-HCG, espermiaram, respondendo ao processo de indução hormonal. Não foram registradas diferenças estatísticas significativas entre os pesos e nem quanto ao volume de sêmen (TABELA 3).

Tabela 2 – Peso médio e índices reprodutivos de fêmeas de matrinxã (*B. amazonicus*) submetidas a indução à desova com extrato bruto de hipófise de carpa (hipófise), combinada ou não com Gonadotropina Coriônica Humana recombinante (r-HCG - ovidrel®). Dados foram expressos como média ± desvio padrão

Parâmetros	Hipófise (5,5 mg/kg)	Hipófise (mg/kg) + Doses de r-HCG (UI/kg)			
		5 + 1.500	5 + 1.700	5 + 1.900	5 + 2.100
Peso corporal (g)	1.297,33 ± 6,39a*	793,66 ± 21,12a	808,33 ± 77,78a	765,33 ± 70,11a	769,66 ± 57,01a
Fecundidade absoluta (%)	8,85 ± 0,68a	7,68 ± 0,46a	8,11 ± 0,15a	8,93 ± 1,54a	8,85 ± 1,50a
Taxa de Fertilização (%)	75,00 ± 5,77a	56,66 ± 12,58b	53,66 ± 9,29b	53,66 ± 9,29b	54,66 ± 2,08b
Taxa de Eclosão (%)	50,00 ± 10,00a	36,66 ± 7,63a	40,00 ± 8,66a	46,66 ± 2,88a	43,33 ± 7,63a
Produção de pós-larvas	25.000 ± 10.000a	23.333,3±10.408,33a	23.333,33±10.408,33a	21.666,66±10.408,33a	26.666,66±2.081,66a

*Letras diferentes entre as colunas indicam diferença estatística significativa entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$). Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 3 – Peso médio e volume de sêmen de machos de matrinxã (*B. amazonicus*) submetidos a indução hormonal indução à desova com extrato bruto de hipófise de carpa (hipófise) ou Gonadotropina Coriônica Humana recombinante (r-HCG - ovidrel®). Dados foram expressos como média ± desvio padrão

Parâmetros	Hipófise (1,5 mg/kg)	Doses de r-HCG (UI/kg)			
		500	600	700	800
Peso corporal (g)	826,00 ± 58,12*	842,66 ± 121,96	839,33 ± 95,21	847,33 ± 59,71	856,33 ± 56,58
Volume sêmen (mL)	9,83±0,28	10,56±1,00	9,50±0,50	9,66±0,57	9,83±0,28

*A ausência de letras nas médias indica que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Embora o volume do sêmen produzido seja apenas uma mensuração quantitativa essa é a mais prática e viável de ser monitorada pelos produtores pois não requer utilização de reagentes, microscópios potentes nem treinamento prévio, possuindo a vantagem de se obter o resultado rapidamente e não atrapalhar o andamento da fertilização. Para sanar os eventuais problemas que possam ocorrer quanto a qualidade do sêmen usualmente os laboratórios de reprodução adotam uma proporção de 2 machos para 1 fêmea.

Machos de matrinxã produzem de 2 a 3 mL de sêmen, porém ao receberem hormônios gonadotróficos esse volume aumenta para cerca de 7 a 13 mL valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho (ROMAGOSA *et al.*, 2000). O volume de sêmen produzido pelo matrinxã após o tratamento hormonal chega a ser 3 vezes maior do que a produção de sêmen de tambaqui, *Colossoma macropomum* outro peixe nativo da região amazônica, que produz 0,9 mL de sêmen e quando submetido ao processo de propagação artificial com EBHC passa a produzir em torno de 3,3 mL já quando induzido com o hormônio sintético Ovopel® pode produzir até 4,2 mL de sêmen (MARTINS *et al.*, 2017).

Oliveira, Oliveira e Correa (2018) ao avaliarem as anormalidades do sêmen de matrinxã com 4 anos de idade submetidos ao tratamento hormonal com extrato bruto de hipófise e com o hormônio sintético Ovaprim®, verificaram que a indução hormonal utilizando esses hormônios não influencia no percentual de anormalidade espermáticas de *B. amazonicus*. Esses dados nos levam a inferir que as anormalidades do sêmen utilizado nesse trabalho se encontravam dentro dos valores normais, uma vez que houve a fecundação e eclosão dos ovos, independentemente do hormônio utilizado.

Zarski *et al.* (2017) ao trabalharem com o HCG e com o análogo do liberador de gonadotrofina do salmão (sGnRH-a) verificaram que ambos possibilitaram a espermição da perca euroasiática (*Perca fluviatilis*) produzindo um sêmen de boa qualidade, resultado semelhante ao presente trabalho.

5.2 Experimento 2: Incubação dos ovos em sistema com ou sem recirculação de água

Para o experimento em que se avaliou a incubação dos ovos comparando um sistema de recirculação e o sistema tradicional com fluxo aberto, as fêmeas utilizadas no sistema de recirculação apresentaram um peso variando entre 819 a 1.292 g enquanto que as fêmeas do sistema tradicional apresentavam peso entre 755 a 1.250 g, não sendo observado diferença significativa para o valor médio de peso entre os tratamentos como pode se verificar na Tabela 4.

Tabela 4 - Peso médio e índices reprodutivos de fêmeas de matinxã (*B. amazonicus*) obtidos no sistema recirculação e aberto

Parâmetros	Sistema de recirculação	Sistema aberto
Peso fêmeas (g)	1.155,33 ± 297,69*	1.077,66 ± 279,65
Peso oócitos (g)	95 ± 11,35	88 ± 19,92
Taxa de fertilização (%)	60 ± 5	55 ± 8,66
Taxa de eclosão (%)	30 ± 26,45	31,27 ± 27,53
Produção de pós-larvas (PL's)	17.333,33 ± 15.044,38	17.000 ± 14.730,92

*A ausência de letras nas médias indica que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

O peso dos óvulos liberados pelas fêmeas de matrinxã foi de aproximadamente 8% do peso vivo, por serem animais do mesmo lote e submetidos ao mesmo regime alimentar e ao mesmo processo de indução hormonal não foi verificada diferença significativa entre o peso dos óvulos, taxa de fertilização, taxa de eclosão e nem produção de larvas.

O sistema de incubação não influenciou no desenvolvimento embrionário dos ovos, não sendo observado diferença significativa entre as taxas de fertilização, taxas de eclosão e nem na produção de pós-larvas. Sistemas complexos de recirculação de água tem possibilitado a desova natural de peixes, é o que foi relatado por Anil *et al.* (2018) que obtiveram a primeira desova do peixe ornamental marinho *Pseudanthias marcia* em um sistema composto por um tanque de 5.000 L, filtro biológico, skimmer e filtro ultra-violeta além da bomba de recirculação.

A utilização de sistema de recirculação facilita um maior controle da temperatura da água que chega as incubadoras, evitando assim as variações que ocorrem naturalmente ao longo do dia nos corpos hídricos, podendo se utilizar de

sensores de monitoramento de temperatura além de bombas com sistema de refrigeração com controle de temperatura, como é utilizado por exemplo na incubação do bacalhau do Atlântico, *Gadus morhua* (POLITIS *et al.*, 2014).

A região amazônica possui um clima quente e úmido com elevadas temperaturas, devido a grande quantidade de energia que recebe do sol, resultando na rápida elevação das temperaturas de pequenos corpos de água, isso foi perceptível na temperatura da água de abastecimento das incubadoras que em alguns dias chegou a 31,2 °C (MOLION, 1987; FISCH; MARENGO; NOBRE, 1998), levando a perda total dos organismos em todas as incubadoras, enquanto que as que se encontravam em recirculação mantiveram a temperatura em 28 °C, outra grande vantagem apresentada pelo sistema de recirculação foi quanto ao volume de água utilizado pelas 3 incubadoras, 2.600 L, enquanto o sistema tradicional para manter o fluxo na mesma quantidade de incubadoras precisou de um volume aproximadamente 23 vezes maior, ou seja 60.480 L.

5.3 Experimento 3: tipos de alimentos para as pós-larvas de *B. amazonicus*

A qualidade de água nos aquários de cultivo das pós-larvas de matrinxã não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, apresentando temperatura na casa dos 25 °C e o pH da água se manteve neutro (TABELA 5).

A amônia tóxica apresentou valores baixos devido a interação da toxicidade da amônia com o pH e a temperatura. A amônia, fruto do catabolismo das proteínas, da matéria orgânica e da excreção dos organismos cultivados irá apresentar um maior percentual de amônia tóxica quando o pH e/ou a temperatura da água se elevam (SÁ, 2012).

Tabela 5 - Parâmetros físico-químicos da qualidade de água (média \pm desvio padrão) dos aquários de pós larvas de matrinxã (*B. amazonicus*) alimentadas com larva de tambaqui (*C. macropomum*), *Artemia* sp ou plâncton

Parâmetros	Tipo de alimentação		
	Pós-larva	Artêmia	Plâncton
Temperatura (°C)	25,87 \pm 0,25*	25,76 \pm 0,14	25,65 \pm 0,18
pH	7,58 \pm 0,21	7,41 \pm 0,16	7,79 \pm 0,16
Oxigênio (mg/L)	5,73 \pm 0,47b	5,76 \pm 0,33b	6,58 \pm 0,16a
Amônia tóxica (mg/L)	0,13 \pm 0,02	0,05 \pm 0,02	0,1 \pm 0,04

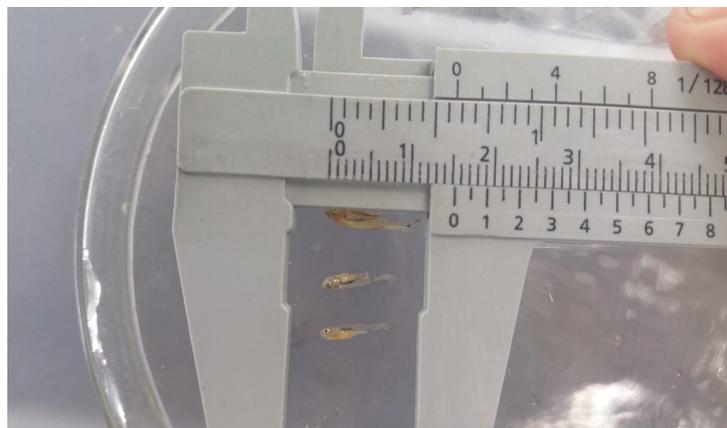
*A ausência de letras nas médias indica que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

A única diferença estatística observada na qualidade de água dos aquários de cultivo foi com relação a concentração do oxigênio dissolvido no tratamento em que se forneceu plâncton as pós-larvas, o que já era esperado, pois o plâncton é composto pelo zooplâncton e fitoplâncton, sendo este último realizador do processo de fotossíntese que resulta na incorporação de oxigênio na água quando na presença de luz, já no período noturno, realiza a respiração havendo consumo de oxigênio e produção de gás carbônico (HOSSAIN *et al.*, 2013).

Gomes, Baldiserotto e Senhorini, (2000), ao avaliarem diferentes densidades de cultivo de pós-larva de matrinxã (30; 60 e 120 larvas/m²) em viveiros mistos de 64 m² não encontraram diferença estatística significativa entre os parâmetros de qualidade de água. A temperatura média observada foi em torno de 27,9°C, valor maior do que o observado no presente trabalho, isso devido a exposição direta dos viveiros a radiação solar.

O tratamento que proporcionou melhor desempenho zootécnico das larvas foi aquele em que foi fornecido plâncton, proporcionando maior comprimento final e consequentemente maior taxa de crescimento (FIGURA 10). Porém em contrapartida a maior taxa de sobrevivência foi observada no tratamento em que as pós-larvas de Matrinxã foram alimentadas com larvas de tambaqui (TABELA 6).

Figura 10 – Comparativo visual entre as Pós-Larvas de matrinxã *B. amazonicus* após 15 dias de cultivo, consumindo plâncton, artêmia e larva de tambaqui *C. macropomum* (de cima para baixo)



Fonte: Autor, 2019.

Tabela 6 - Parâmetros de desempenho zootécnico (média \pm desvio padrão) das pós-larvas de matrinxã (*B. amazonicus*) alimentadas com larva de tambaqui (*Colossoma macropomum*), *Artemia* sp e plâncton

Parâmetros	Tipo de alimentação		
	Pós-larva	Artêmia	Plâncton
Sobrevivência (%)	16,62 \pm 11,53a	6,62 \pm 1,18b	6 \pm 0,71b
Comprimento inicial (mm)	5,50 \pm 0,19	5,41 \pm 0,16	5,41 \pm 0,16
Comprimento final (mm)	9,83 \pm 0,57b	11,08 \pm 3,20b	15,33 \pm 1,63a

*A ausência de letras nas médias indica que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Barros, Villacorta-Correa e Carvalho (2019), ao realizarem o cultivo de larvas de matrinxã em diferentes densidades (20; 40 e 60 larvas/L) na temperatura de 24 °C e 28°C, observaram taxas de sobrevivência de 10% na menor densidade e 8% na maior densidade de estocagem, sendo que as larvas foram alimentadas com cladoceros. Embora a densidade de estocagem do presente trabalho tenha sido bem abaixo da utilizada pelos autores, as taxas de sobrevivência foram relativamente próximas, no entanto, vale ressaltar que o período de cultivo dos autores foi de apenas 72 horas, diferentemente do presente trabalho que ocorreu ao longo de 15 dias, totalizando 360 horas.

Francis *et al.* (2019) verificaram por 21 dias o efeito da artêmia sem e com enriquecimento com ácidos graxos polinsaturados no desempenho zootécnico de larvas do bacalhau de Murray (*Maccullochella peelii*) um peixe de água doce

australiano com uma densidade de estocagem de 46 larvas/L e verificaram que as larvas que consumiram artêmia enriquecida apresentaram maior tamanho (16,1 mm) enquanto que as alimentadas apenas com artêmia apresentaram um tamanho de 14,3 mm. Os autores também obtiveram taxas de sobrevivência bem maiores do que as obtidas no presente trabalho, tendo ficado em torno de 92%. Isso pode ter ocorrido devido ao manejo alimentar adotado pelos autores que ao fornecerem alimento o volume do tanque era reduzido para aproximadamente 1 L aumentando a eficiência na captura e no consumo de artêmia que era fornecida na quantidade de 50 mL para as larvas, sendo o volume de água reestabelecido após 10 minutos.

A intensidade luminosa também influencia o crescimento da larva de matrinxã, é o que foi observado por Muller, Villacorta-Correa e Carvalho (2019) ao cultivarem larvas de *B. amazonicus* por 11,5 dias. Os autores verificaram um maior crescimento ($11,77 \pm 1,85$ mm) na menor intensidade luminosa de 20 lx contra $10,65 \pm 1,04$ mm e $10,02 \pm 2,06$ mm na intensidade intermediária (200 lx) e na alta (2000 lx), respectivamente. Como o galpão de cultivo de larvas do Sítio Fortaleza de São Francisco era aberto recebendo uma boa iluminação natural ao longo de todo o dia, e a noite possuía iluminação artificial, esse excesso de intensidade luminosa pode ter influenciado no crescimento das PL's cultivadas neste experimento.

5.4 Experimento 4: alimentação de alevinos de *B. amazonicus* com probiótico

Ao longo dos 105 dias de cultivo não foi observado diferença estatística entre os tratamentos, quanto a qualidade de água (TABELA 7), um dos fatores que pode ter contribuído para isso é por se ter utilizado viveiros novos, portanto com pouca matéria orgânica no sedimento, além disso os viveiros foram submetidos a um tratamento prévio com calcário agrícola antes do início do cultivo como sugerido por Li e Boyd, (2016).

Tabela 7 - Parâmetros físico-químicos (média \pm desvio padrão) da água dos viveiros de alevinagem de matrinxã (*B. amazonicus*) alimentados com ração, farelo de sojapeletizado, farelo de soja fermentado peletizado e ração fermentada

Parâmetros	Tipo de alimentação			
	Ração	Soja	Soja fermentada	Ração fermentada
Temperatura (°C)	28,2 \pm 0,58	28,2 \pm 0,58	29,05 \pm 0,57	29,05 \pm 0,57
pH	6,61 \pm 0,09	6,61 \pm 0,09	7,05 \pm 0,53	7,05 \pm 0,53
Oxigênio (mg/L)	4,66 \pm 0,16	4,66 \pm 0,16	4,94 \pm 0,25	4,94 \pm 0,25
Amônia tóxica (mg/L)	0,19 \pm 0,02	0,19 \pm 0,19	0,21 \pm 0,03	0,21 \pm 0,03

*A ausência de letras nas médias indica que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Os viveiros das regiões tropicais geralmente apresentam uma temperatura da água em torno de 25 a 30 °C, essa temperatura relativamente elevada influencia indiretamente na degradação da matéria orgânica, devido a aceleração de reações químicas, físicas e biológicas, estimulando a atividade bacteriana do solo e da coluna de água (BOYD, 2003; CHENG *et al.*, 2017; ALFIANSAH *et al.*, 2018).

Dantas *et al.* (2020) realizaram um policultivo do camarão de água doce da Amazônia *Macrobrachium amazonicum* com tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados de 120 m² e observaram valores de temperatura, pH e oxigênio variando entre 27,4 a 30,7 °C; 8 a 9,7 e 4,3 a 12 mg/L respectivamente, valores próximos aos observados neste trabalho.

Albelaz-Rojas, Fracalossi e Fim, (2002) ao realizarem o cultivo de matrinxã em viveiro misto por 170 dias na cidade de Manaus, Amazonas, verificaram uma temperatura média de 28,9 °C, já o pH apresentou uma variação de 5,0 a 7,8 e o oxigênio dissolvido de 0,7 a 9,9 mg/L chegando a transparência da água a apenas 46 cm. Desta forma a qualidade de água não influenciou o cultivo de matrinxã no presente trabalho, não tendo sido observado mortalidade no decorrer do cultivo.

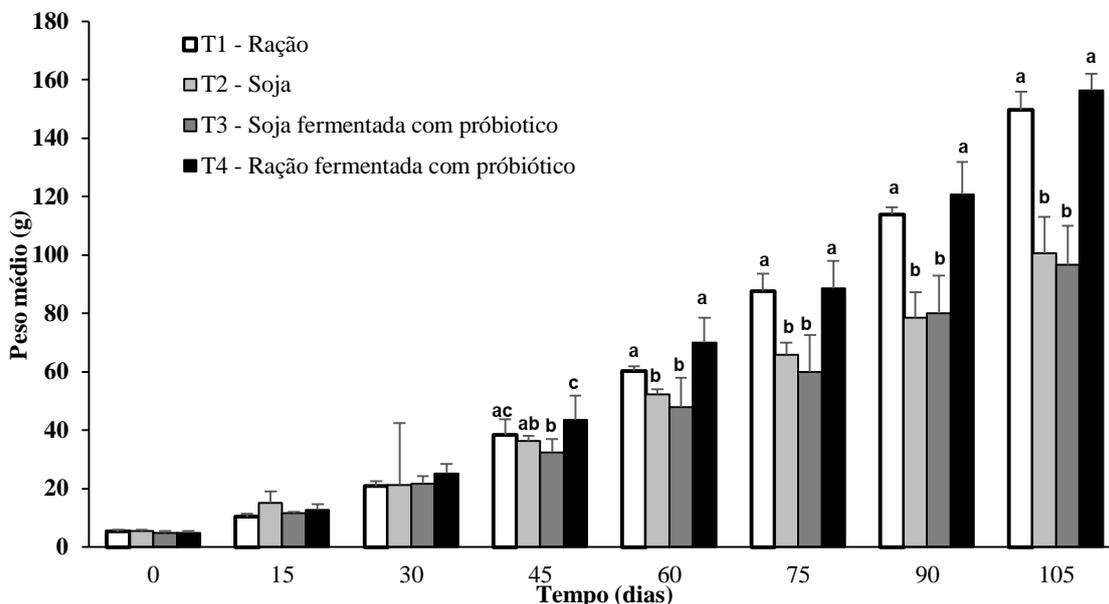
Ao final do experimento o tratamento que apresentou maior peso médio foi o grupo alimentado com ração fermentada com probiótico (155,3 \pm 5,9 g) não diferindo estaticamente ($\alpha=0,05$) do grupo controle que recebeu apenas ração (150,9 \pm 6,6 g), ambos diferindo dos demais tratamentos. O grupo que recebeu soja apresentou um peso médio final de 102,9 \pm 11,5 g não diferindo do grupo que recebeu soja fermentada com probiótico, 98,1 \pm 14 g.

Mattos *et al.* (2018) avaliaram níveis crescentes de proteína bruta (30; 35; 40; 45%) na ração para alevinos de matrinxã com peso médio inicial de 3 g em tanques circulares com fluxo contínuo de água na densidade de 0,1 peixe/L utilizando farinha de peixe, farinha de soja e farinha de milho como ingredientes protéicos. Após 60 dias de cultivo observaram o maior peso final $59,33 \pm 2,80$ g para o maior teor proteico, no entanto não diferindo estatisticamente de 40 e 35% de proteína bruta que apresentaram valores de $58,93 \pm 0,44$ e $51,00 \pm 5,76$ g respectivamente.

Para esse período de tempo o presente trabalho apresentou um melhor resultado do que os observados pelos autores para o grupo que recebeu ração fermentada com probiótico, ração e soja apresentando valores de $70,33 \pm 7,8$; $60,63 \pm 0,32$; $53,47 \pm 1,04$ g respectivamente (FIGURA 11). Ao passo que os alimentados com soja fermentada apresentaram pior resultado quando comparado aos dados observados pelos autores, $48,3 \pm 9,44$ g. Embora os pesquisadores tenham concluído que as rações contendo 40 e 45% PB tenham sido as mais eficazes esse trabalho demonstra claramente que a utilização de uma ração com 32% PB fermentada ou não com probiótico é capaz de promover um desempenho satisfatório para essa espécie, nesta fase de cultivo.

Na quarta quinzena de cultivo pôde-se perceber um maior peso médio no grupo que recebeu ração fermentada com probiótico sendo verificado uma diferença estatística entre os demais tratamentos, no entanto nas quinzenas subsequentes até a finalização do experimento o peso médio desse grupo passa a não diferir estatisticamente do grupo controle no qual era fornecido ração comercial, como pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 – Evolução do peso médio dos alevinos de matrinxã (*B. amazonicus*), cultivado em viveiro escavado e alimentados com ração, soja, soja fermentada e ração fermentada



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao final de 105 dias de cultivo observou-se uma taxa de sobrevivência de 100% em todos os tratamentos, demonstrando claramente que os itens alimentares fornecidos não influenciaram nesse parâmetro. Os principais índices de desempenho zootécnico são apresentados na Tabela 8. Percebe-se um padrão: o tratamento com ração fermentada se assemelha estatisticamente ao grupo controle (ração), e estes diferem estatisticamente entre soja e soja fermentada com probiótico, estas últimas apresentando semelhanças entre si, sendo o caso do peso final; comprimento final; biomassa final; ganho de peso, ganho de peso médio diário e ganho de biomassa.

Tabela 8 - Parâmetros de desempenho zootécnico (média \pm desvio padrão) dos alevinos de matrinxã (*B. amazonicus*), cultivado em viveiro escavado e alimentados com ração, soja, soja fermentada e ração fermentada

Parâmetros	Tipo de alimentação			
	Ração	Soja	Soja fermentada	Ração fermentada
Peso inicial (g)	5,31 \pm 0,36	5,56 \pm 0,57	5,16 \pm 0,62	5,09 \pm 0,82
Peso final (g)	150,92 \pm 6,64a	102,92 \pm 11,48b	98,09 \pm 13,98b	155,26 \pm 5,86a
Compr. inicial (cm)	7,38 \pm 0,33	7,54 \pm 0,35	7,38 \pm 0,21	7,31 \pm 0,42
Comprimento final (cm)	22,31 \pm 0,07a	19,99 \pm 0,50b	19,72 \pm 1,14b	22,33 \pm 0,34a
Biomassa final(kg)	15,09 \pm 0,66a	10,29 \pm 1,15b	9,81 \pm 1,40b	15,53 \pm 0,59a
Ganho de peso (g)	144,39 \pm 6,83a	95,38 \pm 11,64b	91,89 \pm 13,83b	151,56 \pm 5,39a
Ganho de peso médio diário (g/dia)	1,47 \pm 0,07a	0,97 \pm 0,12b	0,94 \pm 0,14b	1,55 \pm 0,05a
Ganho de biomassa (kg)	14,02 \pm 0,58a	8,7 \pm 0,96b	8,6 \pm 1,35b	14,21 \pm 0,45a
FCA	1,8 \pm 0,10a	2,9 \pm 0,10b	2,67 \pm 0,15c	1,50d
Sobrevivência (%)	100	100	100	100
Custo alimentação (R\$/kg peixe)	3,37 \pm 0,19a	4,64 \pm 0,16b	5,47 \pm 0,31c	3,48a

*A ausência de letras nas médias indica que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($\alpha = 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

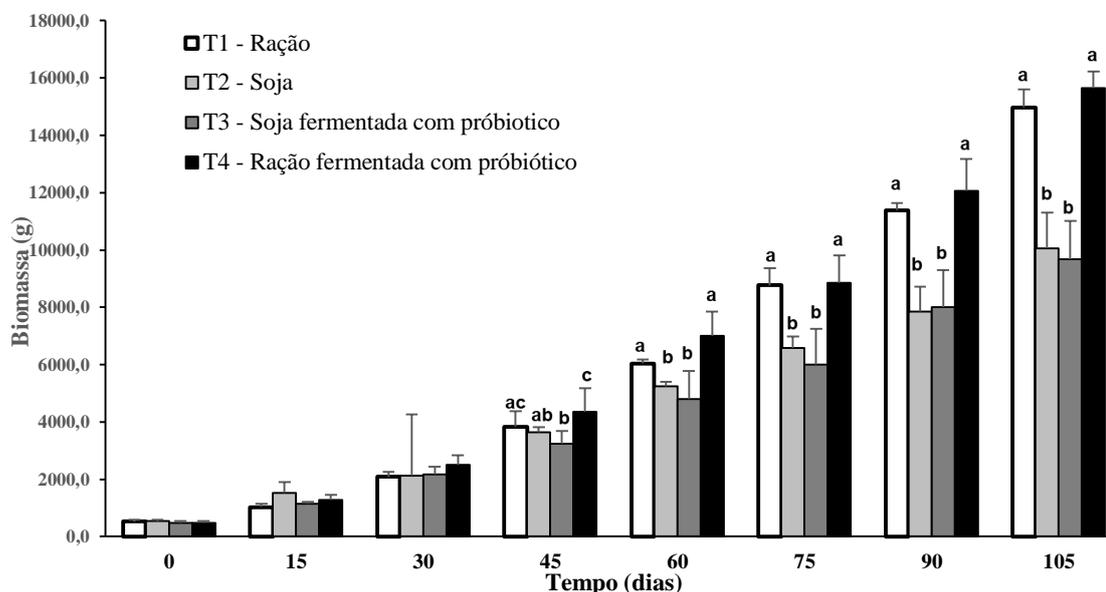
Uma possível explicação para os índices zootécnicos dos animais que consumiram soja terem sido menor em relação aos tratamentos com ração é quanto ao processamento da mesma: tanto a soja quanto a soja fermentada eram peletizadas, conseqüentemente ficando menos tempo na coluna de água, diminuindo, portanto o tempo de disponibilidade para captura por parte dos animais. Enquanto a ração e a ração fermentada eram extrusadas. Deve-se ainda adicionar a esse fator a baixa atratopalatabilidade da soja, bem como a presença de fatores antinutricionais como: inibidores de tripsina, lectina, fitato e saponina além do desequilíbrio de aminoácidos, vitaminas e minerais da mesma (REFSTIE *et al.*, 2001; CHENG *et al.*, 2018; CHENG *et al.*, 2019).

Izel *et al.* (2004) cultivaram alevinos de matrinxã em viveiros escavados por 88 dias fornecendo ração com teor protéico contendo 24% de proteína bruta e observaram um ganho de peso médio diário de 2,6 g/dia, valor bem superior ao encontrado no presente trabalho, cujos maiores valores foram obtidos com a ração fermentada com probiótico e com ração, algo que pode ter acelerado o ganho de peso dos autores é a sua densidade de estocagem, 0,6 peixe/m² enquanto que o presente trabalho adotou uma densidade de 1 peixe/m².

Thurlow *et al.* (2019) avaliaram varias cepas de *Bacillus velezensis* fornecidos via alimentação para bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e verificaram que os alevinos cultivados em viveiros que receberam o probiótico *B. velezensis* AP193 via alimentação obtiveram maior ganho de peso (40,08 g) quando comparado ao grupo controle (28,55 g). Esse resultado pode ser justificado devido ao fato da cepa avaliada ter sido isolada da própria microbiota intestinal do bagre do canal, evidenciando que os probióticos isolados da própria espécie possuem uma maior eficácia enquanto que o probiótico utilizado no presente trabalho se trata de um probiótico comercial. Os autores ainda puderam observar uma melhoria na qualidade de água nos viveiros arraçoados com o probiótico além de perceberem uma estabilização da microbiota intestinal dos animais.

A evolução da biomassa apresenta as mesmas características do peso médio (FIGURA 12), ou seja, os melhores resultados foram obtidos nos viveiros em que os animais receberam ração fermentada com probiótico ($15,53 \pm 0,59$ kg) não diferindo estatisticamente do grupo controle que recebeu apenas ração ($15,09 \pm 0,66$ kg). E o grupo que recebeu soja ($10,29 \pm 1,15$ kg) não diferiu estatisticamente do grupo que recebeu soja fermentada com probiótico ($9,81 \pm 1,40$ kg), algo que pode ter influenciado na maior biomassa do grupo alimentado com soja pode ter sido a maior produtividade primária observada nesses viveiros que foram levemente superiores a dos demais.

Figura 12 – Evolução da biomassa dos alevinos de matrinxã (*B. amazonicus*), cultivado em viveiro escavado e alimentados com ração, soja, soja fermentada e ração fermentada



Fonte: Dados da pesquisa.

A melhor taxa de conversão alimentar obtida foi no tratamento com ração fermentada com probiótico, para este parâmetro zootécnico houve diferença significativa entre todos os tratamentos. A ração fermentada com probiótico também se mostrou economicamente mais viável já que não houve diferença significativa no custo de alimentação quando comparado ao grupo controle.

Azevedo *et al.* (2016) verificaram que a adição de probióticos a ração diminui a conversão alimentar de juvenis de tambaqui, semelhantemente ao observado neste trabalho. Quanto ao o custo médio de alimentação por quilograma de peixe os autores obtiveram um menor custo no grupo que recebeu a ração contendo probiótico (R\$2,46) quando comparado ao grupo controle (R\$3,95). No presente trabalho não foram observadas diferenças significativas para esse parâmetro entre o grupo controle e a ração fermentada com probiótico.

6 CONCLUSÃO

É possível realizar extrusão em fêmeas de matrinxã (*B. amazonicus*) utilizando o r-HCG (Ovidrel®) desde que este seja utilizado como dose preparatória. Mais estudos se fazem necessários para avaliar a menor concentração que possibilite a desova bem como estudos para se verificar a viabilidade econômica do uso do hormônio sintético.

Para os machos de matrinxã se verificou que uma dose de 500 UI/kg de r-HCG (Ovidrel®) promove satisfatoriamente a espermição. Estudos futuros são necessários para se determinar uma dose ótima; verificar os efeitos deste hormônio sintético na qualidade seminal e a viabilidade econômica de tal procedimento frente a técnica convencional de hipofisação.

A utilização de sistema de recirculação durante a incubação dos ovos de matrinxã se mostrou uma alternativa viável, possibilitando uma menor temperatura durante a fase de incubação e início da larvicultura, além de requerer uma estrutura bem mais simples e de menor custo sendo acessível aos pequenos e médios produtores, se mostrando também ser ambientalmente mais correta, uma vez que utiliza um volume de água bem menor quando comparado ao sistema tradicional.

A alimentação com plâncton possibilitou um maior desempenho zootécnico das pós-larvas de matrinxã, no entanto a alimentação com artêmia também se mostrou eficaz, deve-se investigar se a combinação de ambos pode resultar em maiores taxas de sobrevivência e até mesmo na substituição integral do uso de larvas forrageiras.

Embora seja possível realizar a alevinagem de matrinxã utilizando-se de farelo de soja e soja fermentada com probiótico, os animais submetidos a esses tipos de alimentação só apresentam índices de desempenho zootécnico satisfatório até a 3ª quinzena de cultivo.

Portanto, para a realização da alevinagem de matrinxã recomenda-se o uso da ração fermentada com próbiótico, uma vez que resulta em um menor fator de conversão alimentar e custo de alimentação semelhante a ração.

REFERÊNCIAS

- ADAWIYAH, L. A.; SULMARTIWI, L.; BODUR, T.; BUDI, D. S. Induction of spermiation using Ovaprim™ with topical gill method in the silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*). **Theriogenology**, Los Altos, v. 126, p.172-176, mar. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0093691X18305491?via%3Dihub>. Acesso em: 22 out. 2019.
- AJAYI, B. B.; OGUNSOLA, J. O.; OLATOYE, O. I.; ANTIA, R. E.; AGBEDE, S. Effects of pituitary extract, ovaprim, and bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) on the histopathology of African catfish (*Clarias gariepinus*). **Aquaculture and Fisheries**, Amsterdã, v. 3, ed. 6, p. 232-237, nov. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2468550X1830087X?frbrVersion=5>. Acesso em: 22 out. 2019.
- ALBERT, J.; REIS, E. **Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes**. Berkeley: University of California Press. 2011. 388 p.
- ALFIANSAH, Y. R.; HASSENRÜCK, C.; KUNZMANN, A.; TASLIHAN, A.; HARDER, J.; GÄRDES, A. Bacterial Abundance and Community Composition in Pond Water From Shrimp Aquaculture Systems With Different Stocking Densities. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 9, p. 1-15, out. 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.02457/full>. Acesso em: 22 out. 2019.
- ANDRADE, E. S.; ANDRADE, E. A.; FELIZARDO, V. O.; PAULA, D. A. J.; VERAS, G. C.; MURGAS, L. D. S. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 39, n.1, p.195-201, jan./mar. 2015. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag195-201%20\(RB573\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag195-201%20(RB573).pdf). Acesso em: 23 out. 2019.
- ANIL M.K., GOMATHI P., RAHEEM P.K., RAJU B., PHILIPOSE K.K., GOPALAKRISHNAN A. Captive broodstock development, breeding and seed production of Anthid fish (family: Serranidae) Marcia's anthias, *Pseudanthias marcia* in recirculation aquaculture system (RAS). **Aquaculture**, Amsterdã, v. 492, p. 265-272, jul. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0044848617323852?via%3Dihub>. Acesso em: 23 out. 2019.
- ARAUJO, G. S.; SILVA, J. W. A.; MOREIRA, T. S.; MACIEL, L. M.; FARIAS, W. R. L. Cultivo da tilápia do nilo em tanques-rede circulares e quadrangulares em duas densidades de estocagem. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 805-812, set./out. 2011. Disponível em: www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11646. Acesso em: 23 out. 2019
- ARAÚJO, F. G.; RODRIGUES, F. L.; TEIXEIRA-NEVES, T. P.; VIEIRA, J. P.; AZEVEDO, M. C. C.; GUEDES, A. P. P.; GARCIA, A. M.; PESSANHA, A. L. M. Regional patterns in species richness and taxonomic diversity of the nearshore fish community in the Brazilian coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres,

v. 208, p. 9-22, ago. 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0272771417311988?via%3Dihub>. Acesso em: 24 out. 2019.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, jun. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n3/13056.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

AYALA, D. M.; LIMA, M. A. L.; HAUSER, M.; DORIA, C. R. C. Jatuarana fishing dynamics *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) of the upper and middle Madeira River Basin. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá v. 40, n. 1, p. 1-7, mar. 2018. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/34591>. Acesso em: 24 out. 2019.

AZEVEDO, R. V.; FOSSE FILHO, J. C.; PEREIRA, S. L.; CARDOSO, L. D.; VIDAL JÚNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Suplementação com prebiótico, probiótico e simbiótico para juvenis de tambaqui a duas densidades de estocagem. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 51, n.1, p. 9-16, jan. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v51n1/1678-3921-pab-51-01-00009.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

BARMAN, P.; BANDYOPADHYAY, P.; KATI, A.; PAUL, T., MANDAL, A. K.; MONDAL, K. C.; MOHAPATRA, P. K. D. Characterization and strain improvement of aerobic denitrifying EPS producing bacterium *Bacillus cereus* PB88 for shrimp water quality management. **Waste and Biomass Valorization**, Dordrecht, v. 9, ed. 8, p. 1319–1330, ago. 2018. Disponível em: <https://link-springer-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s12649-017-9912-2>. Acesso em: 25 out. 2019.

BARROS, I. B. A.; VILLACORTA-CORREA, M. A.; CARVALHO, T. B. Stocking density and water temperature as modulators of aggressiveness, survival and zootechnical performance in matrinxã larvae, *Brycon amazonicus*. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 502, p. 378–383, mar. 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0044848618321604?via%3Dihub>. Acesso em: 25 out. 2019.

BIELAŃSKA-GRAJNER, I.; CEBULSKA, K.; SOJKA, K.; PAŁOSZ, P.; KOLEK, L. Effects of Pond Fertilization and Feeding of Carp Fry (*Cyprinus carpio* L.) on Diversity of Zooplankton Groups (Rotifera, Cladocera, and Copepoda). **Polish Journal Environmental Studies**, Olsztyn, v. 27, ed. 1, p. 11-17, 2018. Disponível em: web-b-ebsohost.ez11.periodicos.capes.gov.br/ehost/detail/detail?vid=0&sid=f2bd1554-08af-475f-9e4c-b8066581ce1e%40pdc-v-sessmgr04&bdata=Jmxhbm9cHQYnImc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=127021440&db=aph. Acesso em :15 out. 2019.

BOIJINK, C. L.; MACIEL, P. O.; TAVARES-DIAS, M.; IWASHITA, M. K. P.; MORAIS, M. S.; HIDE, D. M. V.; SOUZA, N. C.; COUTO, M. V. S.; MENESES, J. O.; CUNHA,

F. S.; FUJIMOTO, R. Y. Anesthesia by sprinkling method in the gills of tambaqui *Colossoma macropomum* does not influence intensity and morphology of monogeneans. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 77, n. 2, p. 367-371, ago. 2017. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=5&script=sci_arttext&pid=S1519-69842017000200367&lng=en&tlng=en. Acesso em: 12 set. 2019.

BORGES, G. A. **Ecologia de três espécies do gênero Brycon (Muller e Troschel, 1844) (Pisces, Characidae), no rio Negro, Amazonas, com ênfase na caracterização taxonômica e alimentação**. 1986, 150f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior), Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1986.

BOYD, C. E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 226, ed. 1-4, p. 101-112, out. 2003. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S004484860300471X?via%3Dihub>. Acesso em: 26 ago. 2019.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n.3, p. 299-303, mar. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2005000300014. Acesso em: 15 set. 2019.

Buckup, P. A.; Menezes, N. A.; Ghazzi, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**, Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 195 p.

BURBANK, D. R.; SHAHB, D. H.; LAPATRAC, S. E.; FORNSHELLD, G.; CAINAE, K. D. Enhanced resistance to coldwater disease following feeding of probiotic bacterial strains to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdã, v. 321, p. 185-190, dez. 2011. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0044848611006922?via%3Dihub>. Acesso em: 13 ago. 2019.

CAMARGO, A. C. S.; URBINATI, E. C. Influence of food restriction on the reproductive and larval performance of matrinxã *Brycon amazonicus* (Spix and Agassiz, 1829). **Brazilian journal of biology**, São Carlos, v. 68, n. 4, p. 869-873, nov. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842008000400024&script=sci_abstract. Acesso em: 12 out. 2019.

CAMARGO, A. C. S.; ZAIDEN, S. F.; URBINATI, E. C. Desenvolvimento gonadal de fêmeas de matrinxã, *Brycon amazonicus*, submetidas a restrição alimentar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1105-1110, jul. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000400031. Acesso em: 12 out. 2019

CEJKO, B. I.; KREJSZEFF, S. Sperm characteristics of chub *Leuciscus cephalus* (L.) collected in artificial condition after Ovopel and Ovaprim treatment. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 47, ed. 3, p. 847-856, mar. 2016. Disponível em:

<https://onlinelibrary-wiley.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/are.12544>. Acesso em: 1 dez. 2019.

Cheng, Z., Chen, S., An, M., Wang, Q., Sun, J., Fang, Z., Xing, K. 2018. Effects of replacing fish meal with soybean meal, with or without dietary arginine, on growth performance, immune indices and intestinal morphology of grouper, *Epinephelus malabaricus*. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 49, ed. 9, p. 2954-2964, set. 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/are.13754>. Acesso em: 1 set. 2019.

CHENG, Y. H.; HSIAO, F. S. H.; WEN, C. M.; WU, C. Y.; DYBUS, A.; YU, Y. H. Mixed fermentation of soybean meal by protease and probiotics and its effects on the growth performance and immune response in broilers. **Journal of Applied Animal Research**, Janakpuri, v. 47, ed. 1, p. 339-348, jan. 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1080/09712119.2019.1637344?frbrVersion=3>. Acesso em: 5 dez. 2019.

CHENG, X.; ZHU, D.; WANG, X.; YU, D.; XIE, J. Effects of Nonaerated Circulation Water Velocity on Nutrient Release from Aquaculture Pond Sediments. **Water**, Basel, v.9, ed. 1, p. 1-15, dez. 2017. Disponível em: <https://doaj.org/article/bd91a4d8612c44248cddd55a335bc65a?frbrVersion=4>. Acesso 23 dez. 2019.

DANTAS, D. P.; FLICKINGERA, D. L.; COSTA, G. A.; BATLOUNIA, S. R.; MORAES-VALENTIA, P.; VALENTIA, W. C. Technical feasibility of integrating Amazon river prawn culture during the first phase of tambaqui grow-out in stagnant ponds, using nutrient-rich water. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 516, p. 1-6, fev. 2020. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0044848619308798?via%3Dihub>. Acesso em 5 nov. 2019.

DAVID, G.S.; CARVALHO, E.D.; LEMOS, D.; SILVEIRA, A.N.; DALL'AGLIO-SOBRINHO, M. Ecological carrying capacity for intensive tilapia (*Oreochromis niloticus*) cage aquaculture in a large hydroelectrical reservoir in Southeastern Brazil. **Aquacultural Engineering**, Londres, v, 66, p. 30–40, mai. 2015. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0144860915000242?via%3Dihub>. Acesso em 5 nov. 2019.

DONALDSON, E. M. Manipulation of reproduction in farmed fish. **Animal Reproduction Science**. Amsterdã, v. 42, ed. 1-4, p. 381-392, abr. 1996. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/0378432096015552?via%3Dihub>. Acesso em 30 nov. 2019.

DAWOOD, M. A. O.; KOSHIO, S.; ABDEL-DAIM, M. M.; DOAN, H. V. Probiotic application for sustainable aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, Richmond, v. 11, ed. 3, p. 907–924, ago. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary->

wiley.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/raq.12272. Acesso em 15 dez. 2019.

DAWOOD, M. A. O.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; EL-SABAGH, M.; YOKOYAMA, S.; WANG, W. L. Physiological response, blood chemistry profile and mucus secretion of red sea bream (*Pagrus major*) fed diets supplemented with *Lactobacillus rhamnosus* under low salinity stress. **Fish Physiology and Biochemistry**, Amsterdã, v. 43, ed. 1, p. 179–192, fev. 2017. Disponível em: <https://link-springer-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10695-016-0277-4>. Acesso em 17 dez. 2019.

DAWOOD, M. A. O.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; YOKOYAMA, S. Immune responses and stress resistance in red sea bream, *Pagrus major*, after oral administration of heat-killed *Lactobacillus plantarum* and vitamin C. **Fish and Shellfish Immunology**, Londres, v. 54, p. 266–275, jul. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1050464816301681?via%3Dihub>. Acesso em: 14 out. 2019.

DAWOOD, M. A. O.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; YOKOYAMA, S.; EL BASUINI, M. F.; HOSSAIN, M. S. Effects of dietary supplementation of *Lactobacillus rhamnosus* or/and *Lactococcus lactis* on the growth, gut microbiota and immune responses of red sea bream, *Pagrus major*. **Fish and Shellfish Immunology**, Londres v. 49, p. 275–285, fev. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1050464815303053?via%3Dihub>. Acesso em 30 dez. 2019.

DIAS, D. C.; CORRÊA, C. F.; LEONARDO, A. F. G.; TACHIBANA, L.; ROMAGOSA, E.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. Probiótico na larvicultura de matrinxã, *Brycon amazonicus*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 33, n. 4, p. 365-368, dez. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asas/v33n4/a06v33n4.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

DIAS, D. C.; FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, L. M. S.; TACHIBANA, L.; LEONARDO, A. F. G.; CORRÊA, C. F.; ROMAGOSA, E.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. Utilização de probiótico na dieta de reprodutoras de matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37, ed. 2, p.135–141, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/528>. Acesso em 26 ago. 2019.

DINIZ, N. M.; HONORATO, C. A. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo – revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 149-154, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/4219>. Acesso em: 25 out. 2019

ECHEVERRY, A.; GALLO, V. Historical relationship of the Caribbean and Amazonian Miocene ichthyofaunas: A hypothesis reviewed under a biogeographical approach. **Geobios**, Lyon, v. 48 p. 309–320, jul. 2015. Disponível em: <https://www->

sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0016699515000443?via%3Dihub. Acesso em 28 dez. 2019.

ELSABAGH, M.; MOHAMED, R.; MOUSTAFA, E. M.; HAMZA, A.; FARRAG, F.; DECAMP, O. Assessing the impact of Bacillus strains mixture probiotic on water quality, growth performance, blood profile and intestinal morphology of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.24 p. 1613-1622, dez. 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/anu.12797>. Acesso em: 17 nov. 2019.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals**. Roma, FAO, 227 p. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/I9540EN/>. Acesso em: 15 jul. 2018

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016 - Contributing to food security and nutrition for all**. Roma, FAO. 200 p. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. M.; NARAHARA, M. Y. The size composition of the eggs of curimatá *Prochilodus scrofa*, Steindachner, 1881 induced to spawn with human chorionic gonadotropin (HCG). **Aquaculture**. Amsterdã. v.42, p.37-41, 1984. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/0044848684903119?via%3Dihub>. Acesso em: 2 dez. 2019.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazonica**. Manaus, v. 28 n.2 p. 101-126, jun. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v28n2/1809-4392-aa-28-2-0101.pdf>. Acesso em 5 dez 2019.

FRANCIS, D. S.; CLEVELAND, B. J.; JONES, P. L.; TURCHINI, G. M.; CONLAN, J. A. Effects of PUFA-enriched *Artemia* on the early growth and fatty acid composition of Murray cod larvae. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 513, p. 1-9, nov. 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0044848619305605?via%3Dihub>. Acesso em: 12 set. 2019.

GADELHA, E. S.; ARAÚJO, J. C. Criação de Matrinxã em cativeiro. **Pubvet**, Londrina, v. 7, n. 5, ed. 228, Art. 1507, p. 1-28, mar. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311895719_Criacao_de_Matrinxa_em_cativeiro. Acesso: 5 jul. 2019.

GAO, J.; GAO, D.; LIU, H.; CAI, J.; ZHANG, J.; QI, Z. Biopotentiality of High Efficient Aerobic Denitrifier *Bacillus megaterium* S379 for Intensive Aquaculture Water Quality Management. **Journal of Environmental Management**, Londres, v. 222 p. 104–111, set. 2018. Disponível em: <https://www->

sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0301479718306042?via%3Dihub. Acesso em: 15 ago. 2019.

GIRI, S. S.; SEN, S. S.; SUKUMARAN, V. Effects of dietary supplementation of potential probiotic *Pseudomonas aeruginosa* VSG-2 on the innate immunity and disease resistance of tropical freshwater fish, *Labeo rohita*. **Fish and shellfish immunology**, Londres, v.32, ed. 6, p. 1135-1140, jun. 2012. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1050464812001167?via%3Dihub>. Acesso em: 13 ago. 2019.

GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* Characidae, in ponds. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 183, ed. 1-2, p. 73–81, mar. 2000. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0044848699002884?via%3Dihub>. 7 jun. 2019.

Gomes, L.C.; Urbinati, E.C. Matrinxã (*Brycon amazonicus*) in BALDISSEROTTO e GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM p. 149-174. 2010.

GOMES, R. Z.; SATO, Y.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Early development of *Brycon orthotaenia* (Pisces: Characidae). **Zygote**, Cambridge v. 21, ed. 1, p. 11–20, jul. 2011. Disponível em: <https://www-cambridge.ez11.periodicos.capes.gov.br/core/journals/zygote/article/early-development-of-brycon-orthotaenia-pisces-characidae/2617995327E45E46BAFD4AA69A6F1532>. Acesso em: 30 jun. 2019.

GONÇALVES, T. L.; BAZZOLI, N.; BRITO, M. F. G. Gametogenesis and reproduction of the matrinxã *Brycon orthotaenia* (günther, 1864) (pisces: characidae) in the são francisco river, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 66, n. 2, p. 513-522, mai. 2006. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=5&script=sci_arttext&pid=S1519-69842006000300018&lng=en&tlng=en. Acesso em: 15 mai. 2019.

GONÇALVES, L. U.; FRANÇA, L. A.; EPIFÂNIO, C. M.; FONSECA, F. A. L.; ALCÂNTARA, A. M.; NASCIMENTO, R. G.; SILVA, E. N. S.; CONCEIÇÃO, L. E. C. Ostracoda impairs growth and survival of *Arapaima gigas* larvae. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 505 p. 344–350, abr. 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0044848618302357?via%3Dihub>. Acesso em: 30 dez. 2019

HOSSAIN, I.; ALAM, M.; ALAM, M.; KAMAL, B. M. M.; GALIB, S. M. Investigation of Phytoplankton and Physico-chemical Parameters in Nursery, Growout and Broodstock Ponds. **Journal of Scientific Research**, Rajshahi, v. 5, ed. 3, p. 555-571, set. 2013. Disponível em: https://figshare.com/articles/Investigation_of_Phytoplankton_and_Physico-chemical_Parameters_in_Nursery_Growout_and_Broodstock_Ponds/4807471. Acesso em: 27 out. 2019.

HURD, L. E.; SOUSA, R. G. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; COOPER, G. J.; KAHNE, J. R.; FREITAS, C. E. C. Amazon floodplain fish communities: Habitat connectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. **Biological Conservation**, Barking v. 195 p. 118–127, mar. 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0006320716300039?via%3Dihub>. Acesso em: 30 out. 2019.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2018**. Rio de Janeiro, v. 46, 8 p. 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf. Acesso em: 13 set. 2019

IDI, A.; IBRAHIM, Z.; MOHAMAD, S. E.; MAJID, Z. A.; 2015. Biokinetics of nitrogen removal at high concentrations by *Rhodobacter sphaeroides* ADZ101. **International Biodeterioration and Biodegradation**, Barking, v. 105, p. 245–251, nov. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0964830515300937?via%3Dihub>. Acesso em: 25 nov. 2019.

ITTZÉS, I.; SZABÓ, T.; KRONBAUER, E. C.; URBÁNYI, B. Ovulation induction in jundia (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) using carp pituitary extract or salmon GnRH analogue combined with dopamine receptor antagonists. **Aquaculture Research**, Oxford 2015, v. 46, ed. 12, p. 2924–2928, dez. 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/are.12446>. Acesso em: 26 ago. 2019

IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. Avaliação de níveis protéicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*) **Acta amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 179–184, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0044-59672004000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 19 set. 2019.

KIM, S.; SU, B.; ARGUE, B. J.; LIGEON, C.; RAMBOUX, A. C.; BART, A. N.; DUNHAM, R. A Effects of carp pituitary extract dosage on production of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, female X blue catfish, *I. furcatus*, male hybrid fry **Journal of Applied Aquaculture**, Filadelfia, v. 28, ed. 3, p.235-251, jul. 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10454438.2016.1173613>. Acesso em: 25 set. 2019.

LAGO, A. A.; FREITAS, R. T. F.; PIMENTA, M. E. S. G.; MATTOS, B. O.; NETO, R. V. R.; COSTA, A. C. Stocking densities of juvenile *Brycon orthotaenia*: production parameters and economic benefits in net cages **Acta Scientiarum Animal Sciences** Maringá, v. 36, n. 3, p. 253-258, set. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86722014000300003. Acesso em: 10 out. 2019.

LEONARDO, A. F. G.; HOSHIBA, M. A.; URBINATI, E. C.; SENHORINI, J. A. Improvement of Matrinxã, *Brycon amazonicus*, Larviculture by Exposing Eggs to Triiodothyronine. **Journal Of The World Aquaculture Society**, Sorrento, v. 44, ed.

1, p. 141-147, fev. 2013. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/235637662_Improvement_of_MatrinxA_Brycon_amazonicus_Larviculture_by_Exposing_Eggs_to_Triiodothyronine. Acesso em: 10 set. 2019.

LI, Y.; BOYD, C. E. Laboratory tests of bacterial amendments for accelerating oxidation rates of ammonia, nitrite and organic matter in aquaculture pond water. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 460, p. 45–58, jul. 2016. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848616301703>. Acesso em: 30 set. 2019.

LIMA, F. C. T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In REIS, R. E.; KULANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (Orgs). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDPURCS, 2003. p.174-181. Disponível em:

LIMA, A. F.; RODRIGUES, A. P. O.; MACIEL, P. O.; PRYTHON, A.; FLORES, R. M. V.; BEZERRA, T. A. Small-scale fish farming in seasonal ponds in Brazil: technical and economic characterization. **Latin American Journal of Aquatic Research**, Valparaíso, v. 46, ed. 2, p. 314-329, mai. 2018. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/325177162_Small-scale_fish_farming_in_seasonal_ponds_in_Brazil_Technical_and_economic_characterization. Acesso em: 22 out. 2019.

LOPES, A. C. C.; VILLACORTA-CORREA, M. A.; CARVALHO, T. B. Lower light intensity reduces larval aggression in matrinxã, *Brycon amazonicus*. **Behavioural Processes**, Amsterdã, v. 151, p. 62–66, jun. 2018. Disponível em:
<http://universidadeniltonlins.com.br/wp-content/uploads/2019/01/Lopes-et-al.-2018-Behavioural-Processes.pdf>. 29 out. 2019.

MARTINS, E.F.F.; STREIT JR, D. P.; ABREUA, J. S.; CORRÊA-FILHO, R. A. C.; OLIVEIRA, C. A. L.; LOPERA-BARREROE, N. M.; POVH J. A. Ovopel and carp pituitary extract for the reproductive induction of *Colossoma macropomum* males. **Theriogenology**, Los Altos, v. 98, p. 57-61, ago. 2017. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28601156>. Acesso em: 19 nov. 2019.

MATTOS, B. O.; BUENO, G. W.; HONCZARYK, A.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Níveis de proteína bruta na dieta de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 61, p. 1-6, out. 2018. Disponível em: <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2649>. Acesso em: 1 nov. 2019.

MATTOS, B. O.; NASCIMENTO-FILHO, E. C. T.; ANJOS-SANTOS, A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J.; FORTES-SILVA, R. Daily self-feeding activity rhythms and dietary self-selection of pirarucu (*Arapaima gigas*). **Aquaculture**, Amsterdã v. 465, p. 152–157, dez. 2016. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848616304495>. Acesso em: 10 out. 2019.

MERRIFIELD, D. L.; DIMITROGLOU, A.; FOEY, A.; DAVIES, S. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 302, ed.1-2, p.1-18, abr. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848610000955>. Acesso em: 25 nov. 2019.

MOLION, L. C. B. Climatologia dinâmica da região amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 2, n. 1-2, p.107- 117, jun./dez. 1987. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v28n2/1809-4392-aa-28-2-0101.pdf>Acesso em: 31 nov. 2019.

MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**, Nova Iorque, v. 165, ed. 3, p. 516–534, fev. 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19318108>. Acesso em: 5 dez. 2019.

MYLONAS, C. C.; DUNCAN, N. J.; ASTURIANO, J. F. Hormonal manipulations for the enhancement of sperm production in cultured fish and evaluation of sperm quality. **Aquaculture**, Amsterdã v. 472, p. 21–44, abr. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484861630206X>. Acesso em 11 dez. 2019

MULLER, R. L.; VILLACORTA-CORREA, M. A.; CARVALHO, T. B. Light intensity affects the survival and growth of matrinxã larvae, *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 50, ed. 9, p. 2410–2418, jun. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/are.14194>. Acesso em: 19 dez. 2019.

NAGAHAMA, Y.; YAMASHITA, M. Regulation of oocyte maturation in fish. **Development, Growth and Differentiation**, Nagoya, v. 50, p. 195-219, jun. 2008. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18482399>. Acesso: 26 dez. 2019.

NAKANDAKARE, I. B.; IWASHITA, M. K. P.; DIAS, D. C.; TACHIBANA, L.; RANZANI-PAIVA, M. J. T.; ROMAGOSA, E. Incorporação de probióticos na dieta para juvenis de tilápias do nilo: parâmetros hematológicos, imunológicos e microbiológicos **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 121 –135, mai. 2013. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/39_2_121-135.pdf. Acesso em 15 dez. 2019.

NAYAK, S. K. Probiotics and immunity: a fish perspective. **Fish and shellfish immunology**, Londres, v. 29, ed. 1, p. 2-14, jul. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050464810000677>. Acesso em 22 jul. 2019.

OLIVEIRA, R. G. S. OLIVEIRA, A. F. J.; CORREA, M. A. V. Sperm abnormalities in matrinxã *Brycon amazonicus* after hormonal treatment with carp pituitary extract and Ovaprim™. **Zygote**, Cambridge, v. 26, ed. 4, p. 279–285, ago. 2018. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/zygote/article/sperm-abnormalities-in->

matrinxa-brycon-amazonicus-after-hormonal-treatment-with-carp-pituitary-extract-and-ovaprim/8A546F998BA401BEC032F0884DFB4F68. Acesso em 17 ago. 2019

PARDO-CARRASCO, S. C.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A.; SUÁREZ-MAHECHA, H.; CRUZ-CASALLAS, P. E. Inducción a la maduración final y ovulación del yamú *Brycon amazonicus* con EPC y mGnRH-a. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medellín, v.19, n. 2, p. 160-166, abr./jun. 2006. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-06902006000200007. Acesso em: 18 ago. 2019.

PARDO-CARRASCO, S. C.; SUAREZ-MAHECHA, H.; MUÑOZ-LARA, D.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A.; GIL, H. Inducción de la ovulación y del desove del yamú, *Brycon siebenthalae*, com implantes de mGnRH-a. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n.1, p. 19 - 24, 2002. Disponível em: http://www.bc.ufra.edu.br/handler.php?module=gnuteca&action=main:pesquisa:lista&frm_exato=1&frm_etiqueta=245.a&frm_conteudo=Inducci%F3n+de+la+ovulaci%F3n+y+del+desove+del+yam%FA%2C+brycon+siebenthalae%2C+con+implantes+de+mGnRH-a.&frm_unidade=1. Acesso em: 23 nov. 2019.

PIZANGO-PAIMA, E. G.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Composição corporal e alimentar do Matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), na Amazônia central. **Acta Amazonica**, Manaus, v.31, n.3, jul./set. 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672001000300509. Acesso em: 22 jun. 2019.

POLITIS, S. N.; DAHLKEB, F. T.; BUTTS, I. A. E.; PECK, M. A.; TRIPPEL, E. A. Temperature, paternity and asynchronous hatching influence early developmental characteristics of larval Atlantic cod, *Gadus morhua*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdã, v. 459, p. 70–79, out. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098114001488>. Acesso em 15 set. 2019.

PORTELLA, M. C.; JOMORI, R. K.; LEITÃO, N. J.; MENOSSI, O. C. C.; FREITAS, T. M.; KOJIMA, J. T.; LOPES, T. S.; CLAVIJO-AYALA, J.A.; CARNEIRO, D.J. Larval development of indigenous South American fresh water fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 432, p. 402–417, ago. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848614002087>. Acesso em: 15 jun. 2019.

REFSTIE, S., STOREBAKKEN, T., BAEVERFJORD, G., ROEM, A. J. Longterm protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. **Aquaculture**, Amsterdã, v.193, ed. 1-2, p. 91–106, fev. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848600004737>. Acesso em 16 jul. 2019.

REIS, D. B.; ACOSTA, N. G.; ALMANSA, E.; GARRIDO, D.; ANDRADE, J. P.; SYKES, A. V.; RODRÍGUEZ, C. Effect of Artemia inherent fatty acid metabolism on the bioavailability of essential fatty acids for *Octopus vulgaris* paralarvae

development. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 500 p. 264–271, fev. 2019. Disponível em: <https://freepaper.me/downloads/abstract/10.1016/j.aquaculture.2018.10.021>. Acesso em 18 jul. 2019.

RIZWAN, M.; MUJTABA, G.; MEMON S. A.; LEED, K.; RASHID, N. Exploring the potential of microalgae for new biotechnology applications and beyond: A review **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Amsterdã, v. 92, p. 394–404, set. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118302557>. Acesso em: 22 dez. 2019.

ROGACKI, T. C.; DAVIE, A.; KING, E.; ESNAULTA, S.; MIGAUD. H.; MONROIG, O. Short-term lecithin enrichments can enhance the phospholipid and DHA contents of the polar lipid fraction of *Artemia nauplii*. **Aquaculture**, Amsterdã v. 510, p. 122-130, ago. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848619301176>. Acesso em 13 jun. 2019.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; AYROZA, L. M. S.; BORELLA, M. I.; FENERICH-VERANI, N. Reproductive cycle of male matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) (Teleostei: Characidae). **Brazilian journal of morphological sciences**, São Paulo, v. 17, p. 101-105, 2000. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/Reproductive-cycle-of-male-matrinx%C3%A3%2C-Brycon-1869\)-Romagosa-Narahara/2cc81fd64863a03fd86a9b39ae607785be6ff4f3](https://www.semanticscholar.org/paper/Reproductive-cycle-of-male-matrinx%C3%A3%2C-Brycon-1869)-Romagosa-Narahara/2cc81fd64863a03fd86a9b39ae607785be6ff4f3). Acesso em 14 jun. 2019.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; BORELLA, M. I.; FENERICH-VERANI, N. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzida a reprodução. **Boletim do instituto de pesca**, São Paulo, v. 27, n. 2, p.1134-1141, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281507119_Selecao_e_caracterizacao_de_femeas_de_matrinx%C3%A3_Brycon_cephalus_induzidas_a_reproducao. Acesso em: 18 jun. 2019.

RUDTANATIP, T.; BOONSRI, B.; PRAIBOON, J.; WONGPRASERT, K. Bioencapsulation efficacy of sulfated galactans in adult *Artemia salina* for enhancing immunity in shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Fish and Shellfish Immunology**, Londres, v. 94, p. 90–98, nov. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050464819308654>. Acesso em: 18 ago. 2019.

SEVILLA, A.; UNTHERR, J. Growth and Feeding Level in Pre-Weaning Tambaqui *Colossoma macropomurn* Larvae. **Journal Of The World Aquaculture Society**, Sorrento, v. 31, n. 2, jun. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230539912_Growth_and_Feeding_Level_in_Pre-Weaning_Tambaqui_Colossoma_macropomurn_Larvae. Acesso em: 21 nov. 2019.

SHAN, H. W.; BAO, W.Y.; MA, S.; WEI, D. P.; GAO, L. Ammonia and nitrite nitrogen removal in shrimp culture by *Vibrio alginolyticus* VZ5 immobilized in SA beads.

Aquaculture International, Londres, v. 24, 357–372. Jul. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282544856_Ammonia_and_nitrite_nitrogen_removal_in_shrimp_culture_by_Vibrio_alginolyticus_VZ5_immobilized_in_SA_bead s. Acesso em: 15 dez. 2019.

SILVA, F. F.G.; TVEITENB, H.; MAUGARS, G.; LAFONTC, A. G.; DUFOUR, S. STOTTRUPA, J. G.; KJORSVIK, E.; TOMKIEWICZ, J. Differential expression of gonadotropin and estrogen receptors and oocyte cytology during follicular maturation associated with egg viability in European eel (*Anguilla anguilla*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, Oxford, v. 221, p. 44–54, jul. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29597012>. Acesso em 18 set. 2019.

SORGELOOS, P.; DHERTA, P.; CANDREVA, P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 200 p. 147–159, ago. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848601006986>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SOUZA, E. C. M.; SILVA, J. P.; VILLACORTA-CORREA, M. A.; CARVALHO, T.B. Aggressiveness and locomotion activity related to hatching time in Matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix and Agassiz, 1829). **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdã, v. 157, p. 146-151, ago. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159114001555>. Acesso em: 12 jun. 2019.

SOUZA, F. N.; MARTINSA, E. F. F.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; ABREU, J. S.; PIRES, L. B.; STREIT JR, D. P.; LOPERA-BARRERO, N. M.; POVH, J. P. Ovopel® and carp pituitary extract for induction of reproduction in *Colossoma macropomum* females. **Animal Reproduction Science**, Amsterdã, v. 195, p. 53–57, ago. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29753535>. Acesso em 30 jul. 2019.

STANDEN, B. T. PEGGS D.L.; RAWLING, M. D.; FOEY, A.; DAVIES S. J.; SANTOS, G. A.; MERRIFIELD, D. L. Dietary administration of a commercial mixed-species probiotic improves growth performance and modulates the intestinal immunity of tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Fish Shellfish Immunology**, Londres, v. 49 p. 427-435, fev. 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26672904>. Acesso em 10 dez. 2019.

SYAFAAT, M. N.; MUHAMMAD, T.; ABOL-MUNAFI, A. B.; IKHWANUDDIN, M. Data on population density, growth, survival, water quality, larval stage index and ingestion rate of selected microalgae of portunids crabs at different feeding regimes. **Data in brief**, Amsterdã, v. 26, p. 1-7, out. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340919307930>. Acesso em: 15 out. 2019.

SZABÓ, T.; URBÁNYI, B., MÜLLER, T.; SZABÓ, R.; HORVÁTH, L. Assessment of induced breeding of major Chinese carps at a large-scale hatchery in Hungary. **Aquaculture Reports**, Amsterdã, v. 14, p. 1-5, jul. 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513418301753>. Acesso em: 23 ago. 2019.

TACCHI, L.; LOWREY, L.; MUSHARRAFIEH, R.; CROSSEY, K.; LARRAGOITE, E. T.; SALINA, I. Effects of transportation stress and addition of salt to transport water on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdã, v. 435, p. 120–127, jan. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848614004761>. Acesso em: 1 jun. 2019.

THURLOW, C. M.; WILLIAMS, M. A.; CARRIASA, A.; RANA, C.; NEWMAN, M.; TWEEDIE, J.; ALLISON, E.; JESCOVITCH, L. N.; WILSON, A. E.; TERHUNE, J. S.; LILES, M. R. *Bacillus velezensis* AP193 exerts probiotic effects in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) and reduces aquaculture pond eutrophication. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 503 p. 347–356, mar. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848617323657>. Acesso em 17 jul. 2019.

URBINATI, E. C.; SARMIENTO, S. J.; TAKAHASHI, L. S. Short-term cycles of feed deprivation and refeeding promote full compensatory growth in the Amazon fish matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Aquaculture**, Amsterdã, v. 433 p. 430–433, set. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848614003251>. Acesso em: 16 set. 2019.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P. C. F. Sodium chloride added to transport water and physiological responses of Matrinxã *Brycon amazonicus* (Teleost: Characidae) **Acta amazônica**, Manaus, v. 36 n. 4, p. 569-572, dez. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672006000400020. Acesso em: 10 jun. 2019.

VALLADÃO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; PILARSKI, P. South American fish for continental aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, Richmond, v. 10, ed. 2, p. 351–369, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/raq.12164>. Acesso em: 2 jun. 2019.

VELASCO-SANTAMARÍA, Y. M.; MEDINA-ROBLES, V. M.; CRUZ-CASALLAS, P. E. Cryopreservation of yamú (*Brycon amazonicus*) sperm for large scale fertilization. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 256, p. 264–271, jun. 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848606001402>. Acesso em: 30 jul. 2019.

VIANNA, L. F. N.; BONETTI FILHO, J. Spatial analysis for site selection in marine aquaculture: An ecosystem approach applied to Baía Sul, Santa Catarina, Brazil. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 489 p. 162–174, mar. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848617325589>. Acesso em: 12 ago. 2019.

VIDAL, L. V. O.; FURUYA, W. M.; GRACIANO, T. S.; SCHAMBER, C. R.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SOUZA, S. R. Eugenol como anestésico para juvenis de

matrinxã (*Brycon cephalus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.8, n.4, p. 335-342, out./dez. 2007. Disponível em: <http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/798>. Acesso em: 2 jun. 2019.

WANG, X.; ZHAO, T.; WEI, H.; ZHOU, H. Regulation of dopamine D2 receptor expression in grass carp pituitary cells: A possible mechanism for dopaminergic modification of luteinizing hormonesynthesis. **General and Comparative Endocrinology**, Nova Iorque, v. 173 p. 48–55, ago. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21570980>. Acesso em: 3 set. 2019.

ZAINELDIN, A. I.; HEGAZI, S.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; BAKR, A.; EL-KEREDY, A. M. *Bacillus subtilis* as probiotic candidate for red sea bream: growth performance, oxidative status, and immune response traits. **Fish and Shellfish Immunology**, Londres, v. 79, p. 303–312, ago. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29792927>. Acesso em: 17 ago. 2019.

ZANIBONI-FILHO, E.; BARBOSA, N. D. C. Priming hormone administration to induce spawning of some Brazilian migratory fish. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 56, p.655-659, nov. 1996. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/pt/revista/revista-brasileira-de-biologia/articulo/priming-hormone-administration-to-induce-spawning-of-some-brazilian-migratory-fish>. Acesso em: 18 nov. 2019.

ZANIBONI-FILHO, E.; REYNALTE-TATAJE, D.; WEINGARTNER, M. Potencialidad de género *Brycon* en la piscicultura brasileña. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medelim, v. 19 n. 2, p. 233-240, abr./jun. 2006. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902006000200017&script=sci_abstract&lng=es. Acesso em: 12 jun. 2019.

ZANIBONI-FILHO, E.; RESENDE, E. K. Anatomia de gônadas, escala de maturidade e tipo de desova do Matrinchã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) (Teleostei: Characidae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 48, n. 4, p. 833-844, 1988. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000123&pid=S1516-3598200300080000400028&lng=pt. Acesso em 1 jun. 2019.

ZANIBONI-FILHO, E.; WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 367-373, jul./set. 2007. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/367.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**, Nova Jersey: Prentice Hall, 1999. 944 p.

ZARSKI, D.; BERNATHB, G.; KROLA, J.; CEJKOC, B. I.; BOKORB, Z.; PALINSKA-ZARSKAA, K.; MILLAD, S.; FONTAINED, P.; KREJSZEFF, S. Effects of hCG and salmon gonadoliberine analogue on spermiation inthe Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) **Theriogenology**, Los Altos, v. 104, p. 179-185, dez. 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28865297>. Acesso em: 26 ago. 2019.