

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP – CAUNESP

Ração enriquecida promove maior produção absoluta de ovócitos e qualidade de larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816)

Erica Eloy da Silva

Jaboticabal, São Paulo
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP – CAUNESP

Ração enriquecida promove maior produção absoluta de ovócitos e qualidade de larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816)

Erica Eloy da Silva

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Antônio Sanches

Coorientador: Prof.Dr. Marcondes Agostinho Gonzaga Júnior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Jaboticabal, São Paulo
2024

Silva, Erica Eloy
S586r Ração enriquecida promove maior produção absoluta de ovócitos e qualidade de larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816) / Erica Eloy Silva. -- Jaboticabal, 2024

41 f. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal
Orientador: Eduardo Antônio Sanches
Coorientador: Marcondes Agostinho Gonzaga Júnior

1. Rações. 2. Desova. 3. Fecundidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Ração enriquecida promove maior produção absoluta de ovócitos e qualidade de larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816)

AUTORA: ERICA ELOY DA SILVA

ORIENTADOR: EDUARDO ANTÔNIO SANCHES

COORIENTADOR: MARCONDES AGOSTINHO GONZAGA JUNIOR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências, pela Comissão Examinadora:



Assinado de forma digital por EDUARDO
ANTONIO SANCHES-05482916910
Dados: 2024.02.27 16:45:10 -03'00'

Prof. Dr. EDUARDO ANTÔNIO SANCHES (Participação Presencial)
Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura / FCAVR/Unesp, Registro-SP

Robie Allan Bombardelli

Prof. Dr. ROBIE ALLAN BOMBARDELLI (Participação Virtual)
Engenharia de Pesca, UNIOESTE, Toledo-PR

Sergio Ricardo
Batlouni:14422020846

Assinado de forma digital por Sergio
Ricardo Batlouni:14422020846
Dados: 2024.02.27 15:14:35 -03'00'

Prof. Dr. SERGIO RICARDO BATLOUNI (Participação Virtual)
Laboratório de Reprodução de Pelxes / Centro de Aquicultura da Unesp Caunesp, Jaboticabal-SP

Jaboticabal, 22 de fevereiro de 2024.

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que direto ou indiretamente
contribuíram para realização deste trabalho,
em especial a minha família e a piscicultura
Vale do Rio Machado.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida.

Aos meus filhos Gabriel Eloy Cuêvas, Anny Karoline Eloy Cuêvas e ao meu esposo Edequir Cuêvas Ferreira e seus familiares que me apoiaram durante essa caminhada.

Aos meus pais, Dermival Cordeiro da Silva (*in memoriam*), e Maria de Fátima Eloy da Silva.

Irmãos Valdeir Eloy da Silva, Valdirene Eloy da Silva, Nilcélio Eloy da Silva e Dirlei Eloy da Silva, que sempre me apoiaram, contribuindo com a minha formação.

A piscicultura Vale do Rio Machado e a Guabi que proporcionou o desenvolvimento do trabalho.

A, Maria Aparecida Inácio, Nayane Inácio, Silveira Martins, Nycolas Holanda, Edson Inácio e Welder Tomischa. E em especial a minha colega de trabalho Wanessa Inácio.

Ao grupo de pesquisa do Prof. Dr. Eduardo A. Sanches – UNESP e a todos que de alguma maneira apoiaram e contribuíram para o desenvolvimento deste projeto; sem a ajuda de todos, nada disso seria possível!

Ao meu orientador Prof. Eduardo Antônio Sanches, por todo conhecimento, dedicação.

A Júlia Pohl, Ana Regina e Janaína Sayuri amigas conquistadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

À Universidade Estadual Paulista e ao Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP) pelos ensinamentos transmitidos durante esses 2 anos de pós-graduação.

E por fim, agradeço a CAPES.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

*“São nossas escolhas, mais do que as
nossas capacidades, que mostram quem
realmente somos”*

ROWLING

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Parâmetros físico-químicos da água em viveiros com reprodutores de *Colossoma macropomum* alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR), monitorados semanalmente ao longo de 11 meses durante o ciclo reprodutivo 2022/2023.16
- Figura 2.** Médias e desvio padrão do total de ovócitos produzidos de fêmeas *Colossoma macropomum* alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle alimentadas com dieta comercial onívoro (CTR) durante o período reprodutivo 2022/2023.24
- Figura 3.** Médias e desvio padrão do total de ovos fertilizados de *Colossoma macropomum* alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle alimentadas com dieta comercial onívora (CTR) durante o período reprodutivo 2022/2023.24
- Figura 4.** Médias e desvio padrão da estimativa total de larvas normais de *Colossoma macropomum* alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR) durante o período reprodutivo 2022/2023.25
- Figura 5.** Médias e desvio padrão do comprimento inicial de larvas de *Colossoma macropomum* alimentadas por sete dias com zooplâncton oriundas de fêmeas alimentadas com ração específica para reprodutores (REP) e ração controle (CTR).....26
- Figura 6.** Médias e desvio padrão do comprimento final de larvas de *Colossoma macropomum* alimentadas por sete dias com zooplâncton oriundas de fêmeas alimentadas com ração específica para reprodutores (REP) e ração comercial onívora (CTR). 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de garantia das dietas formulada para peixes reprodutores (REP) e dieta comercial onívoro (CTR) fase de engorda.	15
Tabela 2. Identificação, peso inicial e final, percentual de núcleos migrados e total de desova durante o período de 11 meses para reprodutores de <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e ração comercial onívoro (CTR).	22
Tabela 3. Médias e desvio padrão do desempenho reprodutivo de fêmeas de <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR), acompanhadas por 11 meses no ciclo reprodutivo 2022/2023.	23
Tabela 4. Valores de produção e econômicos do desempenho reprodutivo de fêmeas de <i>Colossoma macropomum</i> alimentadas com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR), acompanhadas por 11 meses no ciclo reprodutivo 2022/2023.	27

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
APOIO FINANCEIRO	viii
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivo Específicos	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Local de Estudo	13
3.2 Delineamento experimental	14
3.3 Alimentação e qualidade de água	14
3.4 Seleção dos reprodutores	16
3.5 Indução hormonal	17
3.6 Coleta de sêmen	18
3.7 Coleta e avaliação dos ovócitos	18
3.8 Coleta de dados	19
3.9 Análise econômica	20
4.0 Análise Estatística	20
4 RESULTADOS	20
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	32

APOIO FINANCEIRO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, processo número 88887.675039/2022-00 em parceria com Guabi - Nutrição Animal.

RESUMO

A alimentação desempenha um papel crucial no desempenho reprodutivo dos peixes. A oferta de uma ração balanceada para peixes reprodutores promove uma reprodução eficiente e conseqüentemente larvas de qualidade satisfatória. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas *Collossoma macropomum*, alimentadas com ração comercial formulada específica para peixes reprodutores. Para tanto, dois viveiros foram utilizados com 20 reprodutores cada, sendo 10 fêmeas e 10 machos, os dois lotes foram alimentados durante 11 meses com dois tipos de ração, sendo o grupo REP: ração comercial específica para reprodutores e grupo CTR: ração comercial para engorda de peixes onívoros. A cada 30 dias observou-se as fêmeas dos dois grupos e as que apresentavam características reprodutivas realizava-se o processo de reprodução induzida, coleta de dados de desempenho zootécnicos, reprodutivo, crescimento larval e econômicos. Observou-se que fêmeas alimentadas com ração específica para reprodutores apresentaram desempenho superior ($p < 0,05$) para total de ovócitos produzidos, total de ovos fertilizados, estimativas totais de larvas normais, representando resultados médias de 12,7, 20,3 e 19,8% superiores ao controle, respectivamente. Verificou-se ainda que estes peixes apresentaram proles com maior tamanho, evidenciado pelo comprimento inicial e final de larvas que foram alimentadas com zooplâncton em sistema de recirculação por sete dias. Ainda, foi possível evidenciar que economicamente, peixes alimentados com ração específica para reprodutores possibilitaram maior lucro estimado (R\$ 46.929,29) com a venda das larvas. A partir disso, recomenda-se que a alimentação de fêmeas de *Collossoma macropomum* com ração específica para reprodutores, possibilitando maior produção e lucro aos produtores.

Palavras-chave: Rações; desova; fecundidade.

ABSTRACT

Nutrition plays a crucial role in the reproductive performance of fish. Providing a balanced diet to breeding fish promotes efficient reproduction and, consequently, the production of high-quality larvae. In this sense, the aim was to evaluate the reproductive performance of *Colossoma macropomum* females fed with a specific commercial feed formulated for breeding fish. To this end, two ponds were used, each with 20 breeders, comprising 10 females and 10 males. Both groups were fed for 11 months with two types of feed: the REP group received specific commercial feed for breeders, while the CTR group received commercial feed for omnivorous fish growth. Every 30 days, the females from both groups were observed, and those showing reproductive characteristics underwent induced breeding. Data on zootechnical performance, reproductive performance, larval growth, and economic aspects were collected. It was observed that females fed with specific breeder feed showed superior performance ($p < 0.05$) in total oocytes produced, total fertilized eggs, and total estimates of normal larvae, with average results being 12.7%, 20.3%, and 19.8% higher than the control group, respectively. Additionally, these fish produced offspring with larger size, as evidenced by the initial and final length of larvae fed with zooplankton in a seven-day recirculation system. Furthermore, it was possible to demonstrate that economically, fish fed with specific breeder feed yielded higher estimated profit (R\$ 46,929.29) from larval sales. Based on these findings, it is recommended that *Colossoma macropomum* females be fed with specific breeder feed to enhance production and profit for producers.

Keywords: Rations; spawning; fertility.

1 INTRODUÇÃO

O pescado desempenha um papel crucial na segurança alimentar global, e a aquicultura tem sido uma resposta para suprir a crescente demanda por essa importante fonte de proteína. No Brasil, a produção atingiu 617 mil toneladas em 2022, sendo aproximadamente 26,53% proveniente de peixes nativos e seus híbridos (IBGE, 2022). Conforme relatado pela revista Peixe BR (2023), nos últimos quatro anos houve redução de 6,05% na produção de peixes nativos, evidenciando a necessidade de avanços tecnológicos no setor.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma das principais espécies nativas cultivadas no Brasil, com produção registrada de 109,7 mil toneladas em 2022, de acordo com o IBGE (2022). Esta espécie tem hábitos diurnos, é migratória, se reproduz por meio de desova total e fecundação externa, sem cuidados parentais. Em ambiente de produção o *C. macropomum* por ser uma espécie reofílica não é capaz de liberar seus gametas (Romagosa, 2010 e Romagosa *et al.*, 2010), sendo necessário a aplicação de hormônios indutores (Romagosa, 2008).

Contudo para obter-se êxito no processo reprodutivo em ambiente de produção a condição nutricional adequada dos reprodutores é essencial (Andrade *et al.*, 2010; Watanabe e Vassaloagius 2003; Izquierdo *et al.*, 2001). Durante o período de maturação gonadal dos peixes, as fêmeas reprodutoras requerem uma ampla disponibilidade de macro e micronutrientes para transferir aos ovócitos (Cejas *et al.*, 2003). Uma alimentação inadequada pode comprometer a produção de ovócitos e resultar em larvas com baixa qualidade de vitelo, afetando a sobrevivência (Mañanos *et al.*, 2008) e o desempenho zootécnico da prole (Andrade *et al.*, 2010; Romagosa, 2010; Romagosa *et al.*, 2010). Portanto, a dieta fornecida aos peixes reprodutores deve atender às necessidades nutricionais para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos e dos embriões após a desova (Masumoto *et al.*, 1991; Brooks *et al.*, 1997; Parra, 2007).

Em dietas especiais para reprodutores, é importante considerar nutrientes como proteínas, aminoácidos e vitaminas. As proteínas contribuem para desenvolvimento, produção de enzimas e hormônios, influenciando na qualidade

da produção em grande escala (Navarro *et al.*,2010; Parra, 2007), sendo a alimentação a principal fonte de proteínas essenciais para o desenvolvimento animal (Amaral Junior, 2017; Murgas *et al.*, 2011). As Vitaminas afetam o desempenho da criação e a sobrevivência das larvas e juvenis. A falta de vitamina E impacta o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, a qualidade dos ovos e a sobrevivência das larvas. Segundo Pezzato *et al.*(2004) e Quitero *et al.* (2011) a vitamina C contribui para um bom desempenho reprodutivo, contribuindo para taxa de fecundidade e sobrevivência da prole. Além disso, a deficiência de vitamina C pode resultar em altas taxas de deformações das larvas (Pezzato, 1999; Fernández-Palacios e Izquierdo 1997; Soliman *et al.*, 1986a; Tacon, 1991; Masumoto *et al.*, 1991).

Destaca-se também a importância de fornecer uma alimentação balanceada com aminoácidos essenciais (Pezzato *et al.*, 2004) como lisina, metionina, treonina e triptofano, para o desenvolvimento dos peixes (Costa *et al.*, 2021; Marchão *et al.*, 2022). A lisina é crucial para a síntese de proteínas e é um fator limitante em rações proteicas, especialmente quando fontes vegetais são utilizadas (Bomfim *et al.*, 2010; Furuya *et al.*, 2010).

Estudo voltados a dietas de peixes que visando o desenvolvimento reprodutivo tem sido alvo de pesquisas (Bittencourt *et al.*, 2010; Ceccarelli *et al.*, 2010) No entanto, as dietas formuladas a níveis comercial são voltadas para o grupo reprodutor como um todo e não se concentram em espécies individuais. Considerando a variação das exigências nutricionais e hábitos alimentar entre as espécies produzidas, inferir qual dieta é adequada para cada espécie torna se necessário (Pezzato *et al.*, 2004). Conforme Navarro *et al.* (2010), há uma escassez de estudos que abordem a influência da nutrição no desempenho reprodutivo de peixes nativos, evidenciando a urgência de ampliação do investimento nessa vertente de pesquisa para atender às exigências produtivas dessas espécies. Isso se torna ainda mais relevante para espécies de destaque na aquicultura nacional, como o *C. macropomum*, cujos híbridos tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) e tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) exercem impacto significativo na produção aquícola do país. A compreensão das repercussões dessas dietas nas variáveis reprodutivas pode oferecer dados para aprimorar a produção da espécie, contribuindo de forma significativa para o

desenvolvimento, principalmente nos âmbitos econômico e sustentável da atividade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar desempenho reprodutivo de fêmeas *Colossoma macropomum*, alimentadas com ração comercial formulada específica para peixes reprodutores.

2.2 Objetivo Específicos

- Comparar a resposta reprodutivas sobre características e prole de fêmeas de *Colossoma macropomum* alimentadas com ração específica para reprodutores no decorrer de 11 meses, quanto a qualidade da água do cultivo; frequência de fêmeas desovantes; fecundidade relativa; índice de produção; diâmetro dos ovócitos (mm); taxa de fertilização e percentual de larvas normais.
- Verificar comportamento de fêmeas desovantes do plantel com relação ao retorno reprodutivo.
- Avaliar a sobrevivência e desempenho inicial dos juvenis provenientes das fêmeas experimentais e sua lucratividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Estudo

O estudo foi conduzido na Piscicultura Vale do Rio Machado, em Presidente Médici, Rondônia, durante onze meses, para observar o ciclo reprodutivo do plantel e identificar possíveis desovas tardias (julho). O protocolo de execução foi aprovado pela Comissão de Ética Animal - PROTOCOLO N°20/2023 – CEUA FCAVR-Unesp.

3.2 Delineamento experimental

Dois viveiros com uma área média de 1.550m² foram utilizados. Após o processo de secagem, desinfecção (cal virgem) e abastecimento, cada um foi povoado com 20 reprodutores, com biomassa de 0,226kg/m². Cada viveiro continha dez fêmeas (peso médio 10,422±1796,37kg) e dez machos (peso médio 7,318±1674,34kg), com idade média de 8 anos, provenientes de pisciculturas da região. Em um terceiro viveiro (não experimental), foram reservados 12 machos. Os reprodutores destinados ao estudo eram identificados com microchip e possuíam estudos genéticos afim de evitar a endogamia. Após o manejo os animais passaram por um período de adaptação de 15 dias, afim de recuperarem do estresse causado pelo manejo e ajuste da quantidade de ração a ser oferecida. Para isso os animais foram alimentados até saciedade aparente com as dietas experimentais (Tabela 1). A partir das observações da quantidade de ração consumida durante o período de adaptação foi calculado e estimou-se a alimentação de 1,1% por dia em relação a biomassa total de povoamento do viveiro.

3.3 Alimentação e qualidade de água

Após o período de adaptação, os animais passaram a ser alimentados uma vez ao dia durante 60 dias antes da primeira observação para coleta de dados. Os tratamentos consistiram em: (REP) dieta desenvolvida especificamente para reprodutores e controle (CTR) dieta comercial para onívoros (Tabela 1). Afim de não influenciar nos resultados sobre o efeito reprodutivo das fêmeas, os machos não experimentais (viveiro III) foram alimentados com ração comercial não experimental.

Tabela 1. Níveis de garantia das dietas formulada para peixes reprodutores (REP) e dieta comercial onívoro (CTR) fase de engorda.

Níveis Nutricionais		
Níveis de Garantia	REP	CTR
Umidade (máx.) g/kg	100	130
Proteína Bruta (mín.) g/kg	360	280
Extrato Etéreo (mín.) g/kg	80	40
Fibra Bruta (máx.) g/kg	60	100
Matéria Mineral (máx.)g/kg	120	140
Cálcio (mín.) g/kg	15	10
Cálcio (máx.) g/kg	30	30
Fósforo (mín.) mg/kg	8.000	2.000
Sódio (mín.) mg/kg	1.850	2000
Vitamina A (mín.) mg/kg	12.000UI	3.000UI
Vitamina C (mín.) mg/kg	1.000	150
Vitamina E (mín.) mg/kg	400UI	12,5UI
Vitamina K3 (mín.) mg/kg	22,5	1,23
Vitamina B1 (mín.) mg/kg	24	2,5
Vitamina B2 (mín.) mg/kg	24	5,0
Vitamina B3 (mín.) mg/kg		25
Vitamina B5 (mín.) mg/kg	60	
Vitamina B5 (mín.) mg/kg	60	
Vitamina B6 (mín.) mg/kg	24	2,5
Vitamina B12 (mín.) mcg/kg	10,0	24,0
Vitamina D3 (mín.) UI/kg		600
Sódio (mín.) mg/kg	1.850	2.000
Lisina (mín.) g/kg	20	
Metionina (mín.) mg/kg	6.800	
Colina (mín.) mg/kg	2.000	

Afim de verificar a influência das dietas a qualidade da água, as variáveis físicas e químicas foram mensuradas semanalmente nas unidades experimentais. O oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foram aferidos com aparelho multiparâmetro Akso AK88, com precisão de $\pm 0,1$, enquanto o potencial hidrogeniônico (pH), amônia (NH_3) mg.L^{-1} e alcalinidade foram mensuradas por meio do kit colorimétrico (ALFAKIT). A troca parcial da água

(40%) foi realizada a cada 30 dias, momento da observação do plantel, onde se fazia necessário reduzir o nível da água dos viveiros para captura dos exemplares.

O potencial hidrogeniônico em um caso isolado registrou o valor de oito para o grupo CTR. Neste mesmo momento, foi observado um aumento no valor de NH_3 de 1 mg.L^{-1} (Figura 1).



Figura 1. Parâmetros físico-químicos da água em viveiros com reprodutores de *Colossoma macropomum* alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR), monitorados semanalmente ao longo de 11 meses durante o ciclo reprodutivo 2022/2023.

3.4 Seleção dos reprodutores

De setembro a julho, no dia 15 de cada mês, pela manhã, os animais dos dois tratamentos foram capturados com uma rede de arrasto para observar possíveis características reprodutivas das fêmeas aptas a reprodução, como

ventre abaulado e macio, papila genital dilatada e avermelhada. As fêmeas que apresentavam essas características foram submetidas ao processo de canulação ovárica, que consiste na coleta de oócito por meio de uma cânula para biópsia ovariana (Pires *et al.*, 2018). A amostra de oócito coletada foi colocada em solução de Serra (60% etanol, 30% formaldeído e 10% ácido acético glacial) por três minutos (Brzuska, 1979) para verificar a posição dos núcleos. As fêmeas que apresentassem 50% ou mais dos oócitos com células germinativas com núcleos periféricos foram consideradas aptas para reprodução (Romagosa *et al.*, 1990).

Os animais selecionados foram transferidos para o laboratório, onde foram coletados dados de identificação e peso. Em seguida, colocados em caixas circulares de concreto com capacidade de 3m³ em sistema de recirculação com controle de vazão e temperatura, totalizando um volume de 12m³. O mesmo processo de captura e observação foi realizado para selecionar os machos (viveiro III) destinados a fertilização. Os exemplares que apresentaram liberação de sêmen ao receberem leve massagem abdominal no sentido encéfalo-caudal foram encaminhados ao laboratório.

3.5 Indução hormonal

Os reprodutores foram submetidos à indução hormonal usando extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC). Para as fêmeas, a proporção utilizada foi de 5,5 mg/kg de peso vivo, divididos em duas aplicações: 0,5mg/kg no dia da captura (à noite) e 5,0mg/kg em um intervalo de 12 horas após a primeira aplicação. O EBHC foi diluído em soro fisiológico (0,9% NaCl) (Pires *et al.*, 2018).

Para os machos foram administradas dose única na proporção de 2,5mg/kg de peso vivo duas horas antes da segunda aplicação das fêmeas, a fim de realizar a coleta anterior a liberação dos gametas das fêmeas, a fim de garantir volume suficiente de sêmen de um único macho para fertilização dos ovócitos de todas as fêmeas. As aplicações tanto para os machos quanto para fêmeas foram realizadas seguindo a metodologia utilizada na piscicultura, intraperitoneais na base da nadadeira peitoral, e o volume total (hormônio + soro) dividido e aplicado nos dois lados (direito e esquerdo) dos exemplares.

3.6 Coleta de sêmen

Após 220 horas graus os machos foram capturados, contidos e envolvidos em toalha. A coleta ocorreu em tubos falcon de 15 mL após massagem na região abdominal no sentido encéfalo-caudal, observando possível ativação por meio de água ou urina. As amostras contaminadas foram descartadas e as não contaminadas armazenadas em caixa térmica com gelo até o momento da homogeneização com os ovócitos conforme Pires *et al.* (2019).

3.7 Coleta e avaliação dos ovócitos

Próximo ao período de liberação dos gametas e já ocorrido a coleta de sêmen, um macho foi adicionado no tanque das fêmeas para observar seu comportamento. Evidenciando natação entre machos e fêmeas em paralelo, de modo que a fêmea buscava proximidade continua com o macho e início da liberação de alguns ovócitos, havia a tomada de decisão de retirada da fêmea e a desova ocorria por meio da massagem abdominal no sentido cabeça-cauda. Os ovócitos foram coletados após aproximadamente 220 horas grau, sendo contadas a partir da última aplicação hormonal (Pires *et al.*, 2018).

Durante a coleta dos ovócitos, foram retiradas e contadas três amostras de 0,1g de ovócitos para determinar a quantidade de sêmen necessária para a fertilização. Após a coleta completa, os ovócitos foram pesados e quatro amostras de 1g foram fixadas em formol tamponado 10% para estimar a fertilidade absoluta (Pires *et al.*, 2018), e 100 ovócitos para determinação do diâmetro. Em seguida, 100g de ovócitos de cada fêmea foram pesados e a fertilização artificial foi realizada pelo método a seco (Ihering, 1937), com homogeneização dos gametas na ausência de água, utilizando dose inseminante de 100.000 espermatozoides por ovócito (Leite *et al.*, 2013). Após a homogeneização ovócitos/sêmen, adicionou se 100mL de água para ativar e hidratar os gametas. Os ovócitos foram então transferidos para incubadoras cônicas de 220 litros com vazão de 5,4 L/min e temperatura controlada a 28°C, interligadas a um sistema de recirculação (volume total de 9.92 m³) com filtro mecânico (areia 0,2 a 2,0 mm + brita 25 a 50 mm).

3.8 Coleta de dados

Para os dados de ganho de peso dos reprodutores, foi considerada a média do ganho de peso (peso final - peso inicial). Para fêmeas desovantes foi utilizada a porcentagem de fêmeas de cada grupo que reproduziram durante os 11 meses experimentais. A fecundidade absoluta foi calculada através da média dos ovócitos produzidos por fêmea, e a fecundidade relativa considerou o número de ovos por grama de peso total do animal. O diâmetro dos ovócitos foi aferido por meio de imagens realizadas em microscópio óptico na objetiva de 4X e posteriormente importadas e medidas com auxílio do software ImageJ.

A taxa de fertilização foi estimada a partir da contagem de três amostras de duzentos ovócitos de cada incubadora, considerando como fertilizados, aqueles que apresentarem aparência translúcida e com desenvolvimento embrionário aparentemente normal, e os não-fertilizados (= gorados, opacos ou brancos) oito horas após o início da hidratação dos ovócitos, estágio de fechamento do blastóporo. Para estimativa do percentual de larvas normais realizou-se contagem de três amostras homogêneas de 100mL de cada incubadora após a eclosão, aproximadamente de quinze a vinte horas pós fertilização (Leite *et al.*, 2013). O percentual do índice de desova foi calculado a partir do peso dos ovócitos dividido pelo peso do reprodutor multiplicado por 100.

Para avaliar o desempenho zootécnico da prole, ao quinto dia após eclosão, constatada a completa absorção do vitelo, 270 larvas oriundas de cada fêmea foram transferidas em triplicata para um sistema de recirculação composto por bacias plásticas com capacidade de 30L, filtro mecânico com capacidade de 2.000L. Na ocasião, foram fixados 100 exemplares de cada incubadora em formol tamponado 10% para aferir o comprimento. No dia seguinte (sexto dia), as unidades experimentais passaram a receber zooplâncton coletado com rede de malha 0.3 mm em viveiro previamente adubado 5 vezes ao dia, afim de garantir a disponibilidade de alimento constante durante todo o dia. Os exemplares permaneceram no sistema por 7 dias, e ao final do tempo experimental, fez-se a contagem da quantidade total de juvenis de cada unidade experimental necessário para cálculo de sobrevivência. No

momento realizou-se também a fixação de 27 amostras de cada unidade destinados mensuração de tamanho .

Para avaliação do desempenho zootécnico das larvas de *C. macropomum* foi calculado, taxa de Sobrevivência (TS) (%): $TS = 100\% \times (\text{número final de larvas} / \text{número inicial de larvas})$; Taxa de crescimento específico (TCE) (%) : $TCE = [(\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) / \text{tempo}] \times 100$.

3.9 Análise econômica

Na análise econômica, foi considerada a quantidade em quilos de ração fornecida para fêmeas ao longo do período experimental, multiplicada pelo valor comercial de cada dieta (REP e CTR). O resultado obtido foi então dividido pela quantidade final de larvas viáveis para comercialização em cada tratamento.

4.0 Análise Estatística

Para análises de dados realizou a observação da homogeneidade e normalidade das variâncias. Quando constatadas, os dados foram submetidos à análise de teste t-student para cada mês de coleta e ao longo dos meses à análise de variância simples (*one-way ANOVA*) para cada grupo (REP e CTR). Dados considerados out-liers (distância de cook $>4/n$) não foram considerados nas análises conforme Cook (1977) e Altaman & Krzywinski (2016).

4 RESULTADOS

Os parâmetros de qualidade da água não apresentaram diferenças estatística significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos REP e CTR durante o período experimental (Figura 1) e ficaram dentro dos intervalos recomendados para produção de peixes em regiões tropicais (Boyd, 1992; Sipaúba-Tavares, 1995; Kubitza, 2003).

Durante o período experimental ocorreram um total de 30 desovas, sendo 15 no grupo reprodutores (REP) e 15 no grupo controle (CTR). No grupo REP, quatro fêmeas reproduziram duas vezes (40%), três fêmeas reproduziram uma vez (30%), uma reproduziu quatro vezes (10%), e duas não reproduziram (20%).

Os intervalos de retorno do grupo foram de 30, 60, 120 e 210 dias (Tabela 2). No grupo REP ocorreram três mortes, duas delas receberam indução hormonal e não liberaram oócitos, e uma após a massagem abdominal e extrusão (Tabela 2). No grupo CTR, quatro fêmeas reproduziram duas vezes (40%), quatro reproduziram apenas uma vez (40%), uma reproduziu três vezes (10%), e em uma fêmea (10%) não foi observada atividade reprodutiva. Houve a perda de uma reprodutora no grupo CTR após a coleta dos oócitos e os intervalos gerais de retorno foram de 30, 60, 90 e 240 dias (Tabela 2).

Entre os animais que reproduziram, duas fêmeas (1/REP e 1/CTR) liberaram seus gametas no momento da aplicação da segunda dose de hormônio, impossibilitando a fertilização por falta de sêmen, e conseqüentemente, a obtenção de dados sobre fertilização, larvas defeituosas e desempenho de larvas.

Tabela 2. Identificação, peso inicial e final, percentual de núcleos migrados e total de desova durante o período de 11 meses para fêmeas de *Colossoma macropomum*, alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e ração comercial onívoro (CTR).

TRAT	CHIP	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	Total de desovas
REP	593	13.320	14.118*				<u>70>%</u>								0
REP	477	11.380	12.320		50-70%				50-70%						2
REP	743	10.460	12.240	50-70%							50-70%				2
REP	577	12.680	14.540		50-70%				50-70%						2
REP	166	11.980	14.580				50-70%								1
REP	783	11.680	12.843*		50-70%		70>%								2
REP	893	9.780	13.255					50-70%							1
REP	313	11.340	14.860												0
REP	667	11.540	13.038*				70>%								1
REP	331	10.480	14.940	50-70%	50-70%				50-70%		50-70%				4
CTR	537	9.300	12.110					50-70%							1
CTR	114	8.470	12.600		50-70%								50-70%	50-70%	3
CTR	798	10.280	14.100						50-70%						1
CTR	441	9.640	11.975*					70>%							1
CTR	434	9.900	13.160							50-70%					1
CTR	168	11.760	13.480							50-70%					1
CTR	862	9.640	11.280				50-70%			50-70%					2
CTR	278	5.460	8.320							50-70%					2
CTR	242	11.900	13,483		50-70%		50-70%	50-70%						<u>70>%</u>	3
CTR	139	8.280	13.300		50-70%									<u>70>%</u>	2

* indica morte após a indução ou liberação dos gametas, números em negrito sublinhados indicam não liberação dos ovócitos.

Não houve efeito ($p>0,05$) para os parâmetros: média geral de ganho de peso, peso dos ovócitos, índice de produção, quantidade de ovócitos presente em 1g, diâmetro dos ovócitos, fecundidade relativa, percentual de taxas de fertilização, larvas normais, e sobrevivência entre os tratamentos REP e CTR (Tabela 3).

Os resultados obtidos para produção total de ovócitos demonstram que as fêmeas de *C. macropomum* alimentadas com dietas formuladas específica para reprodutores apresentaram melhor desempenho ($p<0,05$) comparado ao grupo de reprodutores alimentadas com dieta comercial onívora. O grupo REP apresentou médias total de ovócitos produzidos de $1.491.235\pm 278.142$, já o grupo CTR de $1.178.827\pm 436.949$ (Figura 2).

Tabela 3. Médias e desvio padrão do desempenho reprodutivo de fêmeas de *Colossoma macropomum* alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR), acompanhadas por 11 meses no ciclo reprodutivo 2022/2023.

Parâmetros	Tratamentos		p-valor
	REP	CTR	
Peso matriz (kg)	14,03±1,21	12,71±2,47	0,07
Fêmeas desovantes (%)	80	90	-
Peso ovócitos (kg)	1,25±0,32	1,06±0,29	0,10
Índice de Produção (%)	8,94±2,23	8,53±2,51	0,68
Ovócitos em 1g	1.158±104	1.109±138	0,29
Diâmetro do ovócito (mm)	1,14 ± 0,08	1,12 ± 0,06	0,56
Fecundidade relativa	1.158.357±104.328	1.089.000±120.058	0,12
Taxas de fertilização (%)	86,88±17,64	81,01±19,56	0,44
Larvas normais (%)	98,42±1,12	98,12±2	0,62
Sobrevivência de larvas (%)	82,56±15,59	81,46±14,41	0,85

Letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste t-student. ($p<0,05$).

As dietas testadas no trabalho influenciaram no total de ovócitos fertilizados, sendo que fêmeas alimentadas com dieta formuladas específica para reprodutores apresentou maior ($p<0,05$) percentual de ovócitos fertilizados ($1.232.894\pm 479.498$) que os reprodutores do grupo CTR (828.180 ± 415.389) (Figura 3).

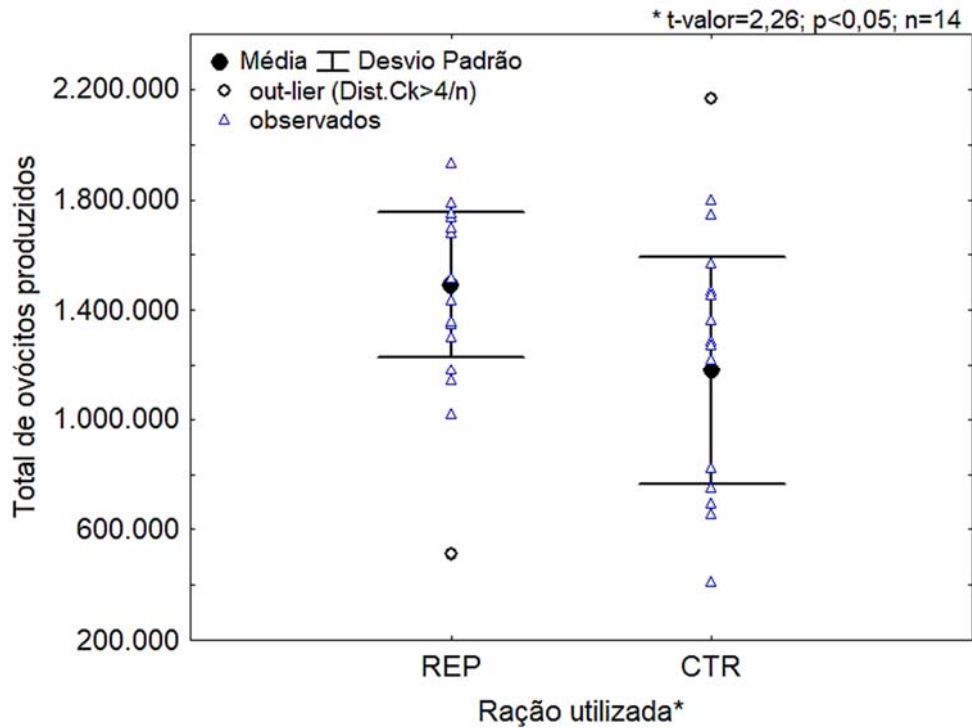


Figura 2. Médias e desvio padrão do total de ovócitos produzidos de fêmeas *Colossoma macropomum* alimentadas com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle alimentadas com dieta comercial onívoro (CTR) durante o período reprodutivo 2022/2023.

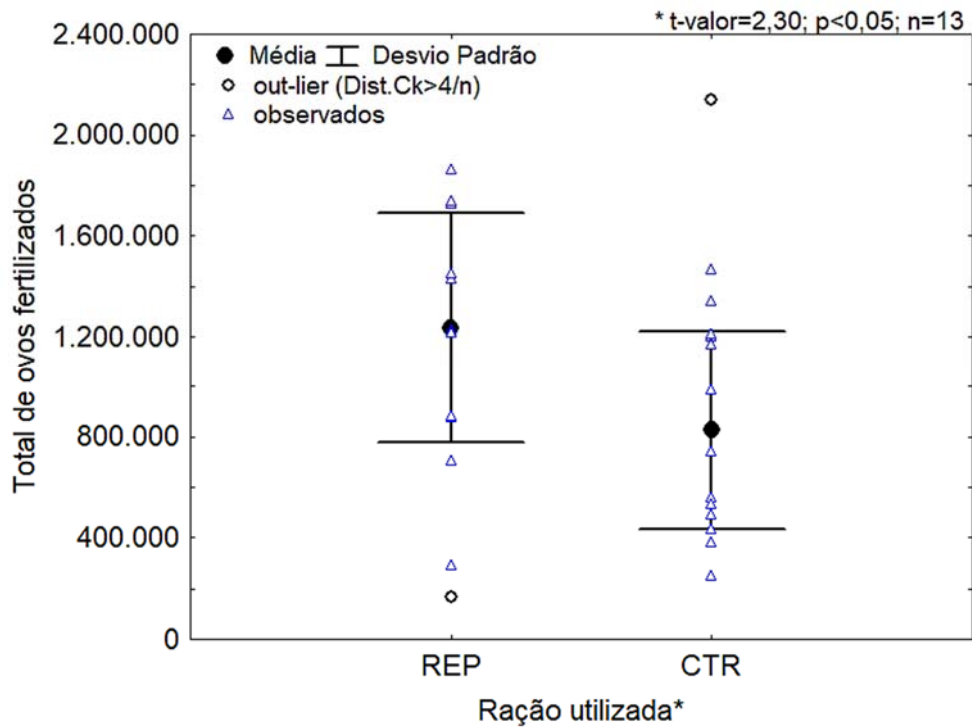


Figura 3. Médias e desvio padrão do total de ovos fertilizados de *Colossoma macropomum* alimentadas com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle alimentadas com dieta comercial onívora (CTR) durante o período reprodutivo 2022/2023.

Para os dados total estimado de larvas normais (ETLN), as fêmeas *C. macropomum* alimentadas com dietas formuladas específica para reprodutores (REP) apresentou resultados superiores ($p < 0,05$) ao grupo CTR. Em que o grupo REP obteve produção média de $1.278.996 \pm 410.091$, enquanto o grupo CTR média de 901.036 ± 371.771 larvas (Figura 4).

As larvas procedentes das fêmeas de *C. macropomum* do tratamento REP, apresentaram melhor ($p < 0,05$) desempenho tanto para tamanho inicial quanto para final, (Figuras 5 e 6).

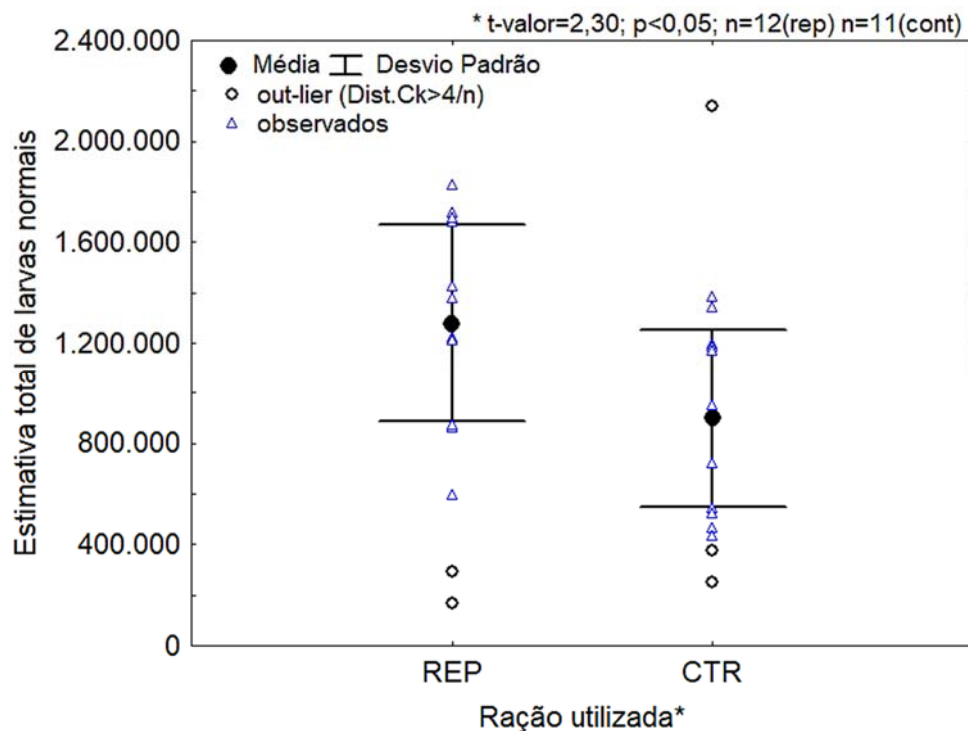


Figura 4. Médias e desvio padrão da estimativa total de larvas normais de *Colossoma macropomum* alimentados com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR) durante o período reprodutivo 2022/2023.

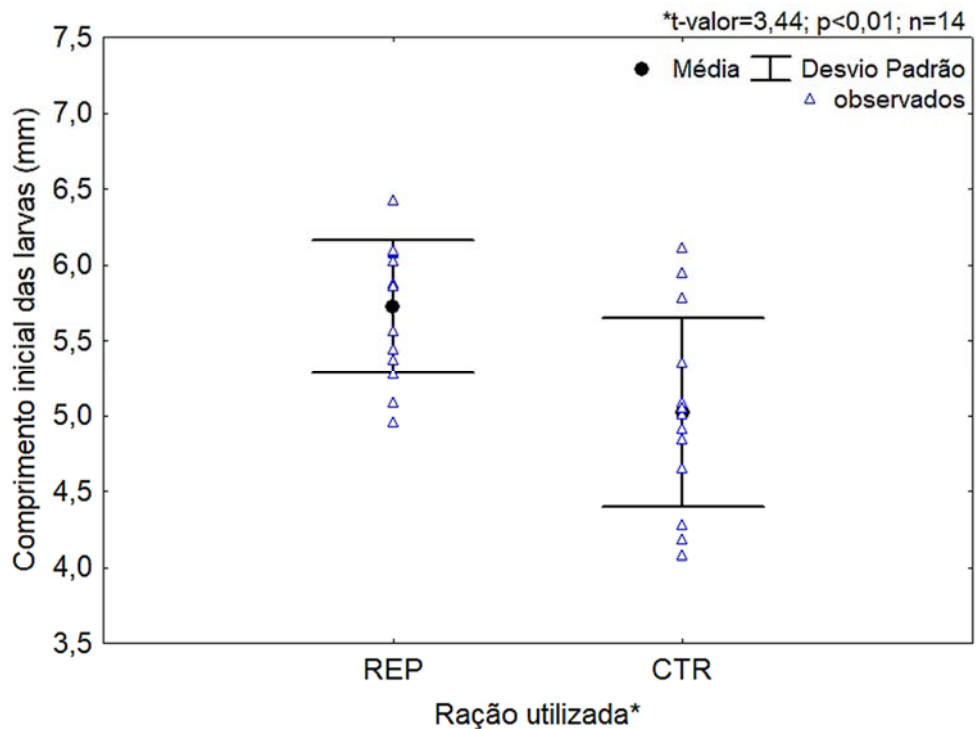


Figura 5. Médias e desvio padrão do comprimento inicial de larvas de *Colossoma macropomum* alimentadas por sete dias com zooplâncton oriundas de fêmeas alimentadas com ração específica para reprodutores (REP) e ração controle (CTR).

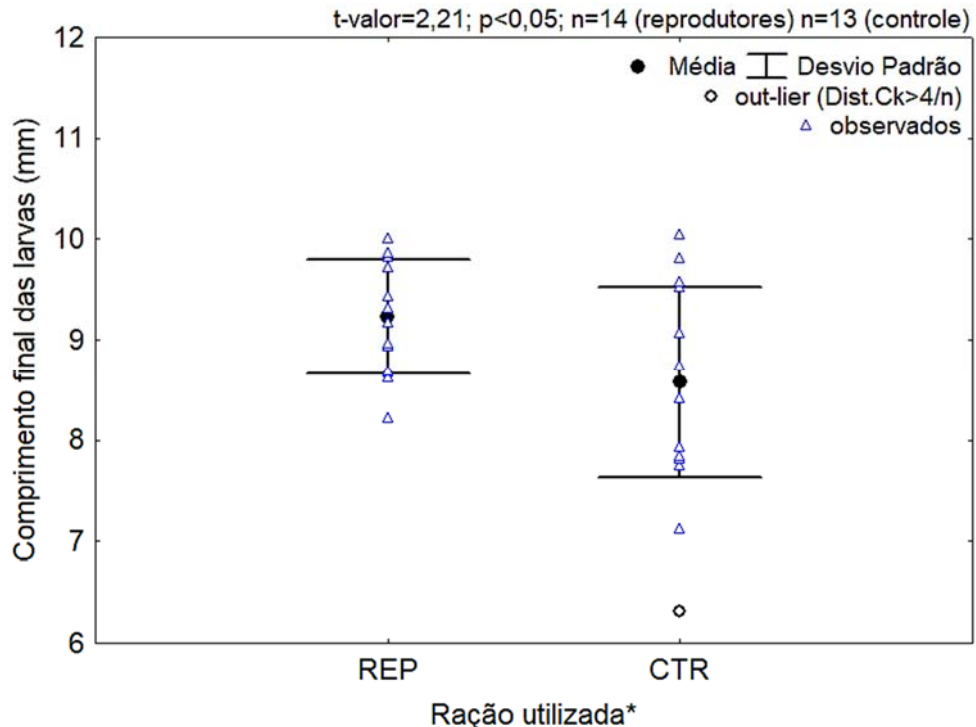


Figura 6. Médias e desvio padrão do comprimento final de larvas de *Colossoma macropomum* alimentadas por sete dias com zooplâncton oriundas de fêmeas alimentadas com ração específica para reprodutores (REP) e ração comercial onívora (CTR).

Durante os 11 meses de estudo, os custos com as dietas foram de R\$ 2.832,82 para o lote alimentado com dieta formulada especificamente para reprodutores (REP) e de R\$ 1.124,00 para os animais alimentados com dieta comercial onívora, resultando em uma diferença de R\$ 1.708,20 a mais para o grupo REP. O custo de produção por milheiro foi de R\$ 0,18 para REP e R\$ 0,09 para CTR (Tabela 4). No entanto, ao considerarmos a quantidade produzida pelo grupo REP (3.128.619,00 a mais) de larvas viáveis a serem comercializadas, considerando o valor de venda utilizado na região do estudo (R\$ 15,00/milheiro de larvas), o grupo REP geraria uma receita de R\$ 46.929,29 a mais para o produtor.

Tabela 4. Valores de produção e econômicos do desempenho reprodutivo de fêmeas de *Colossoma macropomum* alimentadas com dieta específica para reprodutores (REP) e grupo controle (CTR), acompanhadas por 11 meses no ciclo reprodutivo 2022/2023.

Grupos	Total de Ovócitos	Ovócitos Fertilizados	Larvas Viáveis	Custo Ração (R\$/KG)	Gasto Dieta (R\$)	Gasto Milheiro (R\$)	Receita venda (R\$)
REP	21.389.227	16.193.725	15.805.841	6,2	2.832,82	0,18	237.087,62
CRT	18.671.043	12.904.972	12.677.222	2,96	1.124,62	0,09	190.158,33
Diferença	2.718.184	3.288.753	3.128.619	3,24	1.708,20	0,09	46.929,29

5 DISCUSSÃO

Neste trabalho pode se comprovar a eficácia da utilização para fêmeas *C. macromopum* de uma ração desenvolvida específica para peixes reprodutores. A mesma se mostrou eficaz, proporcionando aumentando da produtividade de ovos e número de larvas viáveis a comercialização. Isso foi corroborado também em outros trabalhos com peixes (Watanabe *et al.*, 1984; Izquierdo *et al.*, 2001) indicando rações com melhor qualidade para alimentação para peixes reprodutores. A ração mostrou se ainda economicamente mais rentável ao analisar o investimento e a receita obtida. Contudo, é comum que os produtores adotem visão de curto prazo, considerando o preço da ração como um obstáculo para sua aquisição, em vez de avaliar os benefícios que ela pode proporcionar. Neste trabalho, fica claro a necessidade da mudança de paradigma pelos piscicultores do ramo da reprodução e de se obter visão temporal de sua produção.

Um fato a ser considerado é que a maioria das pisciculturas voltadas para a venda de peixes jovens, os reprodutores são utilizados apenas uma vez por ano. O registro de retorno reprodutivo é incomum principalmente por mais de duas vezes durante o mesmo ciclo para peixes reofílicos, especialmente em espécies de peixes redondos. Porém, nesta pesquisa o retorno reprodutivo foi registrado em 50% das fêmeas de *C. macropomum* para os dois tratamentos. Os achados deste estudo estão próximos aos descritos por Pires *et al.* (2018), que relata ser possível obter retorno reprodutivo para fêmeas de *C. macropomum* em um mesmo ciclo. Desta forma ao adotar o retorno reprodutivo dos peixes, o produtor consegue aumentar sua lucratividade do estabelecimento, considerando os custos envolvidos em manter um lote maior de animais que serão utilizados apenas uma vez ao ano.

A oferta de dietas contendo proteína adequada, suplementada com minerais e vitaminas proporciona melhor resposta reprodutiva nos peixes (Khan *et al.*, 2005) e qualidade de sua prole (Silva, 2004). Durante a fase reprodutiva, os peixes direcionam grande parte dos nutrientes consumidos para o desenvolvimento dos gametas, em vez de utilizá-los para o crescimento e ganho de peso (Izquierdo *et al.*, 2001). Essa alocação estratégica de nutrientes é essencial para garantir a qualidade e viabilidade dos ovos, bem como a saúde e fertilidade dos reprodutores, contribuindo para o sucesso reprodutivo como um todo, fato constatado nessa pesquisa, que as dietas ofertadas não influenciaram no peso médio dos exemplares entre os tratamentos.

Ao analisar a proporção de fêmeas que desovaram, os valores obtidos no estudo foram considerados satisfatórios (80% para o grupo REP e 90% para o grupo CTR). Porém durante o período experimental, houve a morte de quatro exemplares e, considerando que a espécie em estudo responde bem ao manejo necessário para o tratamento de indução hormonal, e que todos os animais estavam e foram manipulados sob as mesmas condições, é possível que o fato esteja relacionado ao avançado estágio de maturação das fêmeas, pois as mortes foram evidenciadas apenas em peixes contendo acima de 70% de núcleo migrado. A quantidade de hormônio administrada

pode ter excedido o necessário, resultando em uma resposta negativa, ou seja, a ausência de ovulação ou ovulação mal sucedida, e conseqüente morte. Não sabemos se esta hipótese ainda a ser testada para a espécie é válida, mas feedback negativo com administração de altas quantidades de hormônios esteroides são relatados em outros trabalhos com peixes (Scott *et al.*, 1983; Trudeau, 1997; Zohar *et al.*, 2010; Yaron e Levavi-Sivan, 2011) , porém algo inexistente na literatura de peixes nativos sul-americanos.

A oferta de uma nutrição adequada aos peixes reprodutores é fundamental e pode contribuir para o aumento da produção de gametas. Fêmeas bem alimentadas têm energia e nutrientes suficientes para garantir uma boa produção de ovócitos. Estudos demonstram que dietas com maior teor de proteína para peixes reprodutores resultam em uma maior produção de ovócitos (Martins Junior, 2011; Gunasekera *et al.*, 1996). As proteínas são essenciais como fonte de aminoácidos e como reserva de materiais necessários para atividades biossintéticas durante as fases iniciais da embriogênese (Khan *et al.*, 2005). Esses dados corroboram com os encontrados neste trabalho, em que fêmeas de *C. Macropomum* pertencentes ao grupo REP, dieta com maior teor de proteína apresentaram maior média no número de ovócitos produzidos.

Uma das principais medidas usadas para avaliar a qualidade dos ovócitos produzidos é a estimativa das taxas de fertilização (Sanches *et al.*, 2011). Uma alta taxa de fertilização aumenta as chances de sucesso da reprodução. Aumento nas taxas de fertilização tem sido registrado em peixes alimentados com elevado teor proteico (Khan *et al.*, 2005; El-Sayed e Kawana, 2008). Nutriente como a vitamina E também impacta na taxa de fertilização (Fernández-Palacios e Izquierdo, 1997). Contudo as dietas utilizadas nesse trabalho não apresentaram efeitos sobre a taxa de fertilização. Os valores médios foram de $86,88 \pm 17,64\%$ para grupo REP e $81,01 \pm 19,56\%$ para o CTR. Esses valores são superiores ao descrito por Sentineli (2021) estudando qualidade ovocitária de *C. macropomum* submetidos a regime de restrição alimentar ao longo da estação reprodutiva ($73 \pm 1.16\%$).

Em peixes, os nutrientes essenciais para iniciar o desenvolvimento dos embriões e determinar a qualidade das larvas são fornecidos pela mãe

(Tata, 1986). Neste estudo, foi constatado que as larvas *C. macropomum* provenientes de reprodutores alimentados com ração destinada a peixes reprodutores (REP) tiveram um melhor desenvolvimento, mesmo sem apresentarem diferença no tamanho dos ovócitos em comparação a prole proveniente de reprodutores alimentados com ração comercial onívora (CTR). Estudos que tenham observado o desenvolvimento de juvenis procedentes de reprodutores alimentados com diferentes dietas são escassos. Conhecer a desenvoltura das proles após o período de incubação faz-se necessário, tendo visto que a venda das formas jovens de peixes é maior para juvenis do que de larva. Em trabalho com juvenis de *R. quelen*, Coldebella *et al.* (2011), estudou efeito do nível de proteína e lipídios observando melhor desempenho na prole das fêmeas alimentadas com maior teor de proteína, condizendo com os resultados obtidos nesse trabalho.

A dieta dos peixes tem um impacto direto em sua fecundidade. Dietas ricas em proteínas têm sido associadas a um aumento na fecundidade de peixes por várias razões. Em primeiro lugar, as proteínas desempenham um papel crucial na produção de ovos e no desenvolvimento dos embriões, fornecendo aminoácidos essenciais necessários para a formação e crescimento saudáveis dos óvulos. Além disso, as proteínas também estão relacionadas à melhoria do estado nutricional geral dos peixes, o que pode aumentar sua capacidade reprodutiva. Acredita-se que dietas equilibradas em proteínas proporcionem os nutrientes necessários para um desenvolvimento reprodutivo ideal, resultando em um aumento na fecundidade em algumas espécies de peixes.

Estudos com *Brycon amazonicus* (Martins Junior, 2011), e *Acanthopagrus latus* (Zakeri *et al.*, 2009), descrevem que níveis elevados de proteína bruta (PB) na dieta resultaram em melhor desempenho reprodutivo. No entanto, apesar de possuir o mesmo hábito alimentar, a espécie *C. macropomum* nesse estudo não apresentou o mesmo desempenho que as espécies citadas em relação à fecundidade relativa. Esse fenômeno pode estar relacionado à tendência alimentar particular de cada espécie, uma vez

que *B. amazonicus* e *A. latus* possuem tendência piscívora, enquanto a espécie alvo desse estudo possui uma tendência herbívora.

A falta de nutrientes essenciais na alimentação de peixes reprodutores pode levar ainda a redução na taxa de sobrevivência da prole (Gunasekera *et al.*, 1996; Wooton, 1995). Isso ocorre porque a falta afeta negativamente o desenvolvimento, a saúde e a capacidade de resistência das larvas, tornando-as mais suscetíveis a doenças e predadores. Todavia, para esta pesquisa as dietas ofertadas não demonstraram relação com o fator sobrevivência das larvas *C. macropomum*.

Deformidades larvais em peixes podem surgir devido à alimentação inadequada dos reprodutores. A carência de nutrientes essenciais, como proteína e vitamina C, pode impactar o desenvolvimento saudável das larvas, levando a deformidades físicas. Estudos indicam que o aumento dos níveis de proteína na dieta do *Pelteobagrus fulvidraco* resulta em menores taxas de deformidade larval (Chen *et al.*, 2022). Além disso, Watanabe *et al.* (1991) observaram que um aumento de até 200 mg/kg de vitamina E resultou em uma melhoria na porcentagem de larvas normais em reprodutores de *Brachyplatystoma flavicans*. Esses resultados corroboram os achados deste estudo, no qual a estimativa total de larvas normais provenientes das fêmeas alimentadas com uma ração específica para reprodutores (REP) contendo 387 vezes a mais de vitamina C e elevado teor de PB, apontaram menor porcentagem de larvas defeituosas ao comparar com as larvas provenientes do grupo alimentadas com dieta comercial onívora.

O sucesso econômico da aquicultura depende da disponibilidade confiável de ovócitos e alevinos adequados (Alvarez-Lajonchere, 2006). Os resultados deste estudo indicam que o grupo alimentado com ração específica para peixes reprodutores (REP) apresentou melhor desempenho reprodutivo e maior produção de prole viável. Durante os 11 meses de observações, a produção do grupo REP geraria receita aproximadamente R\$46.920,00 a mais do que a prole do grupo CTR para um único ciclo reprodutivo, considerando o valor de venda na região do estudo a R\$ 15,00. Além disso, o grupo REP também apresentou melhor desempenho na fase larval, assim os juvenis desse grupo atingiriam o tamanho ideal para

comercialização em menor tempo, reduzindo os custos com ração para o produtor.

Ao considerarmos a produção de *C. macropomum* no Brasil foi de 109.700 mil toneladas, e que a média de peso dos animais comercializados é de 3 kg, precisaríamos de aproximadamente 36.567.667 peixes para suprir a produção nacional. Ao analisarmos a produção individual da prole para cada grupo (REP e CTR), sem considerar perdas durante as fases de produção, podemos observar que o grupo REP, em 11 meses, produziu 43,23% da quantidade necessária para a produção total no Brasil, enquanto o grupo CTR 34,67%. Esses números destacam a importância de investir em dietas de qualidades para peixes reprodutores e ainda da importância das pesquisas relacionadas a área da reprodução.

6. CONCLUSÃO

Com base nas condições experimentais deste estudo, fêmeas de *Colossoma macropomum* alimentadas com dieta enriquecida de forma específica para reprodutores (REP) apresentaram maior produção total de ovócitos, total de ovos fertilizados, prole com melhor desempenho zootécnico e maior retorno econômico em comparação com o grupo alimentado com uma ração comercial onívora (CTR) destinada à engorda.

REFERÊNCIAS

Amaral Junior, P. 2017. **Avaliação dos parâmetros reprodutivos de reprodutores de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818)**. 2017. p.57. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras) Universidade Federal do Amazonas. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6128>.

Andrade, V., Honji, R., Romagosa, E. 2010. Processo de maturação das gônadas de *Pseudoplatystoma corruscans* alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementados com óleo de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v.62, p 332-342. . <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000200013>.

Altman, N., Krzywinski, M. 2016. Regression diagnostics. **Nature Methods**, v. 13, p. 385–386.. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nmeth.3854>. Acessado em: 10 dez. 2023. <https://doi.org/10.1038/nmeth.3854>.

Alvarez- Lajonchere L. 2006. **Nutrición de reproductores de peces marinos**. In: Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 8, León, Monterrey, México. Anales ... León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León, p 1-19.

Bittencourt, F., Souza, B.E., Lui, T.A., Lösch, J.A., Boscolo, W.R., Feiden, A., Romagosa, E. 2010. Can diets based on proteins affect the reproductive performance of pacu broodfish, *Piaractus mesopotamicus* females stocked in cages? in **European Aquaculture Society [EAS]**, Porto, Portugal.

Bomfim, M. A. D., Lanna, E. A. T., Donzele, J. L., Quadros, M., Ribeiro, F. B., Sousa. M. P. D. 2010. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 1- 8. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100001>.

Boyd, C. E., Tucker, C. S. 1992. Water quality and pond soil analyses for aquaculture. Auburn: **Auburn University**, 183 p. <https://doi.org/10.1590/S151635982010000100001>.

Brooks, S., Charles R. Tyler and John., Sumpter, P. 1997. Egg quality in fish: what makes a good egg. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 7, p. 387-416. DOI: 10.1023/A:1018400130692. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:23375784>.

Brzuska, E. 1979. The in vivo method of estimating the stages of oocyte maturation in carp (*Cyprinus carpio* L.). **Acta Hydrobiol**, v. 21, p. 423–433. <https://eurekamaq.com/research/006/692/006692819.php>.

Cejás, J.R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badía, P., Bolaños, A., Lorenzo, A. 2003. Lipids and fatty acid composition of ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*). **Aquaculture** 216: 299-313. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00525-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00525-2).

Ceccarelli, P.S., Senhorini, J.A., Cantelmo, O.A., Rego, R.F. 2010. Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) (Valenciennes, 1849). Pages 117-148 in B. Baldisserotto, e L. C. Gomes, editores. Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil. 2.ed editora UFMS, Santa Maria, RS, Brasil. 2010.

Chen, Z., Fei, S., Duan, Y., Liu, C., Liu, H., Han, D., Jin, J., Yang, Y., Zhu, X., Xie, S. 2022. Effects of dietary protein level on the growth, reproductive performance, and larval quality of female yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) broodstock. **Aquaculture Reports**, v. 24. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101102>.

Coldebella, I. J., Radunz Neto, J., Mallmann, C. A., Veiverberg, C.A., Bergamin, G.T., Pedron, F.A., Ferreira, D., Barcellos, L.J.G. 2011. The effects of different protein levels in the diet on reproductive indexes of *Rhamdia quelen* females. **Aquaculture**, v. 312, p. 37–144. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.12.021>.

Cook, R. D. 2016. Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*, v. 19, n. 1, p. 15-18, 1977. ALTMAN, Naomi; KRZYWINSKI, Martin.

Analyzing outliers: influential or nuisance? **Nature Methods**, v. 13, n. 4, p. 281-283, <http://dx.doi.org/10.1038/nmeth.3812>.

Costa, D. D. C. D., Bomfim, M. A. D., Ribeiro, F. B., Siqueira, J. C. D., Porto, N. G., Marchão, R. S. 2021. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambatinga fingerlings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45. <https://doi.org/10.1590/14137054202145000721>.

El-Sayed, A. F. M., Kawanna, M. 2008. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, v. 280, n. 1-4, p. 179-184. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.04.030>. Acessado em: 10 dez. 2023.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Sustainability in action. Rome. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acessado em: 18 out. 2023.

Fernández-Palacios H., Izquierdo, M., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., Montero, M. 1997. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v. 148, p. 213-246. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01312-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01312-9).

Furuya, W. M., Furuya, V. R. B. 2010. Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 39, p. 8894. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300010>.

Gunasekera, R. M., Shim, K. F., Lam, T. J. 1996. Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 146, p. 245-259. [https://doi.org/10.1016/S00448486\(96\)01380-4](https://doi.org/10.1016/S00448486(96)01380-4).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acessado em: 21 de dezembro de 2023.

Ihering, R. V. 1937. A method for inducing fish to spawn. **The Progressive Fish Culturist**, v. 34, p. 15-16. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:85659240>.

Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H., Tacon, A. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v. 197, p. 25-42, [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00581-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00581-6).

Khan, M.A., Jafri, A.K., Chadha, N. 2005. Effects of varying dietary protein levels on growth, reproductive performance, body and egg composition of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture nutrition**, v. 11, p. 11-17. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00318.x>

Kubitza, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. São Paulo. 229 p. 2003.

Leite, L.V., Melo, M.A.P., Oliveira, F.C.E., Pinheiro, J. P., Campello, C.C., Nunes, J.F., Salmito-Vanderley, C.s.B. 2013. Determination of insemination dose and embryonic development in the artificial fertilization of tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 65, n.2, p. 421-429. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000200018>.

Mañanos, E., Ducan, N., Mylonas, C. 2009. Reproduction and control of ovulation, spermatation and spawning in cultured fish. Pages 3-80 in E. Cabrita, V. Robles, and P. Herráez, editors. **Methods in Reproductive Aquaculture**. Marine and Freshwater Species. CRC. Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, EUA. <http://dx.doi.org/10.1201/9780849380549.sec1>.

Marchão, R. S., Ribeiro, F. B., Bomfim, M. A., Amaro Pereira, G., Rocha, A., Vidal, L., Copatti, C., Melo, J. 2022. Digestible threonine requirement in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets: Growth, body deposition, haematology and metabolic variables. **Aquaculture Research**, v. 53, n. 16, p. 5697-5709. <http://dx.doi.org/10.1111/are.16051>.

Martins Junior, A. F. 2011. **Efeito do nível proteico e da relação energia: proteína no desempenho reprodutivo da matrinxã (*Brycon amazonicus*)**. 2011. 85 p. [Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas] Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia- INPA. Manaus, Amazonas Julho. Disponível em: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_9b1c391b4bc1e035414e0096e5aa57d6/Details.

Masumoto, T., Hosokawa, H., Shimeno, S. 1991. **Ascorbic acid's role in aquaculture nutrition**. In: AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP, 1991, Thailand and Indonesia. Proceedings. Singapore: American Soybean Association. Editado por D. M. Akiyama, R. K. H. Tan.

Murgas, L. D. S., Felizardo, V.O., Ferreira, M.R., Andrade, E. S., Veras, G.C. Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 186-191, 2011. Disponível em: <http://www.cbra.org.br>.

Navarro, D. and Navarro, F., Seixas, D., Ribeiro Filho, O.P. 2010. Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes. **Revista Augustus**. 30. 108-118. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285819029_Nutricao_e_alimentacao_de_reprodutores_de_peixes.

Nikolskii, G. V. 1969. **Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources**. Edinburgh: Oliver & Boyd. 320 p. <https://doi.org/10.1126/science.169.3943.363.a>.

Parra, J. E. G. 2007. **Respostas reprodutivas de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com diferentes fontes proteicas e lipídicas**. 2007. 93 f. [Tese de Doutorado em Produção Animal – Nutrição de Peixes]. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Peixe BR - Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário Brasileiro da Piscicultura**. São Paulo: Peixe BR. 152p. 2023. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario/>. Acessado em 14/01/2024.

Pezzato, L.E., Barros, M.M., Fracalossi, D.M., Cyrino, J.E.P. 2004. Nutrição de Peixes. Páginas 75-170 in Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C.; Fracalossi, D.M. e Castagnolli, N. editores. **Tópicos Especiais em Piscicultura de água Doce Tropical Intensiva**. Editora TecArt, São Paulo, Brasil.

Pezzato, L. E. 1999. **Alimentação de peixes-relação custo e benefício**, In: XXXVI Reunião Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais. Porto Alegre:[s.n.], p. 109 – 118.

Pires, L. B., Corrêa Filho, R. A. C., Sanches, E. A., Romagosa, E., Silva, T.G., Rech, S., Streit, D.P., Povh, J.A. 2018. *Colossoma macropomum* females can reproduce more than once in the same reproductive period. **Animal Reproduction Science**, v. 196, p. 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.07.006>.

Pires, L. B., Sanches, E. A., Romagosa, E., Corrêa Filho, R.A.C., Nass, R.A.R., Lopera-Barrero, N.M. 2019. Sperm quality of *Colossoma macropomum* after room temperature and cold storage. **Journal Applied Ichthyology**, v. 35, p. 747-753. <https://doi.org/10.1111/jai.13864>. Acessado em: 10 dez. 2023.

Quintero, H.E., Durland, E., Davis, D.A. e Dunham, R. 2011. Effect of lipid supplementation on reproductive performance of female channel catfish, *Ictalurus punctatus* induced abd strip-spawned for hybridization. **Aquaculture Nutrition** 17: 117-129. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00709.x>.

Romagosa, E., De Paiva, P., Godinho, H. M. 1990. Pattern of oocyte diameter frequency distribution in females of the pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) (*Colossoma-mitrei* Berg 1895), induced to spawn. **Aquaculture**, v. 86, n. 1, p. 105-110. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90225-C](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90225-C)

Romagosa, E. 2008. Avanços na reprodução de peixes migradores. Pages: 1-16 in E.P. Cyrino, and E.C. Urbinati, editores. Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática [AQUABIO], Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

Romagosa, E. 2010. Reproductive status of Brazilian female's catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum* reared in cages. **Journal Applied Ichthyology** 26: 806-811. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01532.x>.

Romagosa, E., Souza, B.E., Sanches, E.A., Baggio, D.M. and Bombardelli, R.A. 2010. Sperm motility of *Prochilodus lineatus* in relation to dilution rate and temperature of the activating medium. **Journal Applied Ichthyology** 26: 678–681. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01531.x>.

Sanches, E.A., Neumann, G., Baggio, D. M. 2011. Time and temperature on the storage of oocytes from jundiá catfish, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**, v. 319, n. 3–4, p. 453-458. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.07.036>. Acessado em: 20 dez. 2023.

Scott, A.P., Sumpter, J.P., Hardiman, P.A. 1983. Hormone changes during ovulation in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). **Gen Comp Endocrinol**. Jan;49(1):128-34. doi: 10.1016/0016-6480(83)90016-3. PMID: 6826046.

Sentinel, C. E. 2021. **Qualidade ovocitária de tambaqui *Colossoma macropomum* submetidos a regime de restrição alimentar ao longo da estação reprodutiva**. 2021. 45 f. [Dissertação de Mestrado em ciência animal e recursos pesqueiros]. Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2021. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8554>. Acessado em: 15 out. 2023.

Silva, L. V. F. 1995. **Incubação e larvicultura de jundiá**. In: Baldisserotto, B. E Radunz Neto, J. Criação de jundiá. Santa Maria: Editora UFSM, p. 107 - 116. 2004. Sipaúba-Tavares, L. H. S. **Limnologia Aplicada à Aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 70p.

Soliman, A. K., Jauncey, K., Roberts, R. J. 1986^a. The effect of varying forms of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapias (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.52, n.1, p.1-10. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90101-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90101-8). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848686901018>. Acessado em 24/01/2024.

Tacon, A. G. J. 1991. Vitamin nutrition in shrimp and fish. In: AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP, 1991, Thailand and Indonesia. Proceedings ... Singapore: American Soybean Association, 1991. Editado por D. M. Akiyama e R. K. H.

Tata, J. R. 1986. Coordinated assembly of the developing egg. **Bioessays**, v.4, p. 197201. <https://doi.org/10.1002/bies.950040503>.

Trudeau, V.L., 1997. Neuroendocrine regulation of gonadotrophin II release and gonadal growth in the goldfish, *Carassius auratus*. **Reviews of reproduction**. Jan;2(1):55-68. doi: 10.1530/ror.0.0020055. PMID: 9414466.

Watanabe, T., Arakawa, T., Kitajima, C., Fujita, C. 1984. Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of sea bream, **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 50, p. 495-501. <https://doi.org/10.2331/suisan.50.495>.

Watanabe, T., Lee, M., Mizutani, J., Yamada, T., et al. 1991. Effective components in cuttlefish meal and raw krill for improvement of quality of red sea bream *Progrus major* eggs. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 57, n. 4, p. 681-694. doi: 10.2331/suisan.57.681.

Watanabe, T., Vassalo-Agius, R. 2003. Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. **Aquaculture**, v.227, p. 35-61. [https://doi.org/10.1016/S00448486\(03\)00494-0](https://doi.org/10.1016/S00448486(03)00494-0).

Wootton, R. J. 1995. **Ecology of teleost fishes**. Chapman & Hall Co., Wales, 396 p.

Yaron, Z. and Levavi-Sivan, B. 2011. Endocrine Regulation of Fish Reproduction. In: Farrell, A.P., Ed., **Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment**, Academic Press, Cambridge, 1500-1508. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00058-7>

Zakeri, M., Marammazi, J. G., Kochanian, P. 2019. Effects of protein and lipid concentrations in broodstock diets on growth, spawning performance and egg quality of yellowfin sea bream (*Acanthopagrus latus*). **Aquaculture**, v. 295, p. 99–105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.06.026>.

Zohar, Yonathan., Muñoz-Cueto, José., Elizur, Abigail., Kah, Olivier., 2010. Neuroendocrinology of reproduction in teleost fish. **General and comparative endocrinology** 165.3, 438-455. doi:10.1016/j.ygcen.2009.04.017. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/24359392_Neuroendocrinology_of_reproduction_in_teleost_fish.

