



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Alfredo Mori Padilla

**Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos com diferentes taxas de alimentação na fase de berçário.**

Florianópolis, SC

2023

Alfredo Mori Padilla

**Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos com diferentes taxas de alimentação na fase de berçário.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura em área de Concentração Tecnologias e Sistemas de Produção

Orientador: Dr. Felipe do Nascimento Vieira.  
Co-orientador: Dr. Marco Antonio de Lorenzo.

Florianópolis, SC

2023

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

Padilla, Alfredo Mori

Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos com diferentes taxas de alimentação na fase de berçário / Alfredo Mori Padilla ; orientador, Felipe do Nascimento Vieira, coorientador, Marco Antonio de Lorenzo, 2023.

46 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Pós-larvas. 3. *Penaeus vannamei*. 4. Manejo alimentar. I. Vieira, Felipe do Nascimento . II. Lorenzo, Marco Antonio de . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. IV. Título.

Alfredo Mori Padilla

**Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos com diferentes taxas de alimentação na fase de berçário.**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Felipe do Nascimento Vieira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Walter Quadros Seiffert, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Giovanni Lemos de Mello, Dr.  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Felipe do Nascimento Vieira, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2023

## **Dedico...**

Aos meus pais, Luis Alfredo Mori Pinedo (em memória) e Palmira Pascuala Padilla Perez, por proporcionar minha existência, minha educação e a possibilidade de estar onde estou e a buscar a cada dia um novo passo...

A vocês sou grato eternamente, e eu sei que sempre poderei contar com o amor, confiança e apoio que vocês sempre me deram. A cada etapa vencida vocês podem se orgulhar, cada dia mais e mais, pois todo o fruto que colho hoje vem da semente que vocês plantaram em mim....

Dessa forma toda minha conquista é a conquista de vocês e eu só tenho a agradecer e a continuar eternamente a dizer, obrigado pai, obrigado mãe, por possibilitar que eu me tornasse o que eu sou hoje e sempre acreditarem em mim....

### **Obrigado por tudo e lembrem-se que amo vocês!**

A minha amada esposa Sara Paola Vásquez, por ser um importante pilar na minha vida, te amo mi amor.

E a meu filho Fabian Alfredo Mori que está longe, mas sempre nos meus pensamentos, te amo meu filho. E também agradecer a Deus pelo novo integrante a nossa família: Emily Poliana Mori.

## **Ofereço...**

Aos meus irmãos, Yrina Mori e Karim Mori, Rodrigo Mori, por todo apoio carinho e amor brindado, assim ter vocês sempre no meu coração nesta longa jornada foram de casa. A meus sobrinhos Alexandre vela e Salvatore Ravarossi.

### **Amo vocês também!**

## AGRADECIMENTOS

A realização da conquista de um grande sonho cumprido, primeiramente agradeço ao arquiteto do universo à Deus, por ter sido minhas forças, meus incentivos, por ter sido luz nas noites mais escuras, dando-me fortaleza a seguir adiante com meus objetivos na minha vida. Só que nada disso teria conseguido sem essas pessoas. Por isso sinto-me na obrigação de agradecer-las na conquista deste sonho.

Aos meus pais Luis A. Mori P. (em memória) e Palmira P. Padilla P, pelo apoio e pelo amor demonstrado em diversas formas. Por serem exemplo de honestidade e por nunca terem deixado que eu descreditasse do meu sonho.

Ao meu orientador Felipe do Nascimento Vieira, por ser pessoa íntegra de muita dedicação, por todo o apoio, conhecimento e confiança depositada e minha pessoa, ao assumir a orientação, por enriquecer-me com seus conhecimentos, um exemplo a seguir, hoje, amanhã, sempre, muita gratidão Prof. Dr. Felipe.

Aos colegas nos manejos do experimento, pela ajuda e dedicação desde o início e final do experimento de mestrado, muito obrigado: Ramon, Mateus, Carlos, Francisco, Bernardo, Cibele, Julia, Felipe e Flavio, agradeço por todo o suporte dado na execução do experimento, abraçaram a causa junto comigo e me ajudaram.

A Mateus Aranha por orientar na parte da estatística e escrita.

A Claudinha por todas as orientações nas análises de qualidade da água, ao Ramon por realizar todas as análises de qualidade água desde o início até o final do experimento.

Ao pessoal e administrativo que me receberam de braços abertos (**na firma**) em esta grande família que é o LCM, por sempre trabalharem de forma harmoniosa, sempre auxiliando um ao outro, e por compartilhar diversos momentos maravilhosos nas atividades e reuniões, a todos um muito obrigado, pelos cafés, conversas, risadas, dicas, puxões de orelha e críticas e pela sua amizade e diversão na hora do trabalho duro e momentos de almoço que ajudaram a tornar os dias mais alegres, agradeço ao Iلسinho, Déia, Dimas, Diego e Carlos, eles possuem uma energia maravilhosa, além de sempre se mostrarem presentes em todo o período que passei no LCM.

A PPGAQI e em especial ao Carlito por todo apoio e orientações em cumprimento de prazo.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para que este trabalho fosse realizado, muito obrigado!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil - (CAPES) - PROEX.

## RESUMO

A atividade aquícola vem crescendo e se intensificando mundialmente, com o surgimento de novas tecnologias ecologicamente amigáveis, que aumentam a sustentabilidade e a biossegurança, como a tecnologia de bioflocos. A taxa de alimentação é essencial para reduzir os riscos decorrentes dessa intensificação e das condições ambientais de cultivo. Com isto, torna-se necessária uma maior atenção nos ajustes das taxas de alimentação para a produção na fase de berçário. Desta forma, a investigação foi realizada de modo a determinar a otimização da taxa de alimentação através do fornecimento de ração para o camarão-branco-do-pacífico (*Penaeus vannamei*) em fase de berçário criados em sistemas de bioflocos. O experimento ocorreu em 45 dias e foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos. As unidades experimentais foram povoadas com pós-larva (PL20), com peso inicial de  $0,08 \pm 0,00$  g na densidade de 2.000 camarões por  $m^{-3}$ , e a taxa de alimentação foi baseada na metodologia determinada por Van Wyk. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado composto por 4 tratamentos com 4 repetições cada: Tratamento MÁX - valor máximo da tabela de alimentação; Tratamento MÍN - o valor mínimo da tabela de alimentação; Tratamento MÁX+10% constituído por 10% a mais do valor máximo da tabela de alimentação; Tratamento MÍN-10% constituído como 10% a menos do valor mínimo da tabela de alimentação de Van Wyk. Foram avaliados os parâmetros zootécnicos, os parâmetros da qualidade da água, e a produção de sólidos suspensos totais do sistema de cultivo. Ao final do experimento, ficou determinado que os tratamentos MÍN e MÍN-10%, apresentaram os melhores e mais adequados resultados como taxa de alimentação para os camarão-branco-do-pacífico em fase de berçário, resultando em menor valor de conversão alimentar sem afetar negativamente o desempenho de crescimento, além de menores valores de compostos nitrogenados tóxicos e sólidos suspensos totais.

**Palavras-chave:** Aquicultura; Pós-larvas; *Penaeus vannamei*; Manejo alimentar.



## ABSTRACT

Aquaculture activity has been growing and intensifying worldwide, with the emergence of new ecologically friendly technologies that increase sustainability and biosafety, such as biofloc technology. Feeding rate is essential to reduce risks arising from intensification and environmental growing conditions. Therefore, greater attention is needed when adjusting feeding rates for production in the nursery phase. Therefore, an investigation was carried out to determine the optimization of the feeding rate through the appropriate feed for Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) in the nursery phase raised in biofloc systems. The experiment took place over 45 days and was carried out at the Marine Shrimp Laboratory. The experimental units were populated with post-larvae (PL20), with an initial weight of  $0.08 \pm 0.00$  g and a density of 2,000 shrimp per m<sup>3</sup>, and the feeding rate was based on the methodology determined by Van Wyk. A randomized design was used, consisting of 4 treatments with 4 replications each: MAX Treatment - maximum value from the feeding table; MIN Treatment - the minimum value of the feeding table; MAX+10% treatment consisting of 10% more than the maximum value of the food table; MIN-10% treatment constituted as 10% less than the minimum value of the Van Wyk food table. The zootechnical parameters, water quality parameters and total suspended solids production of the cultivation system were evaluated. At the end of the experiment, it was determined that the MIN and MIN-10% treatments obtained the best and most appropriate results as a feeding rate for Pacific white shrimp in the nursery phase, resulting in a lower conversion value without feeding. affect growth performance, in addition to lower values of toxic nitrogen compounds and total suspended solids.

Keywords: Aquaculture; Post-larvae; *Penaeus vannamei*; Feed management.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Taxa de alimentação adotadas no experimento de acordo as biometrias, para cultivo intensivo de *Penaeus vannamei* baseado em Van Wyk (1999) com taxa de alimentação ajustada ..... 26
- Tabela 2. Qualidade da água inicial das unidades experimentais. Média  $\pm$  desvio padrão .. 28
- Tabela 3. Média e desvio padrão do parâmetro de qualidade da água durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk ..... 30
- Tabela 4. Média e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistema de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk..... 34

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Amônio total medido durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk..... 31
- Figura 2. Nitrito total medido durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk..... 32
- Figura 3. Nitrato medido durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van-Wyk ..... 32
- Figura 4. Sólidos suspensos totais medido durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk ..... 33
- Figura 5. Sólidos suspensos medido durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk ..... 33
- Figura 6. Teor de fósforo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk..... 34
- Figura 7. Teor de nitrogênio de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk..... 35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BFT	– Tecnologia de bioflocos
C/N	– Relação entre carbono e nitrogênio
RAS	– Sistemas de Recirculação em Aquicultura
FAO	– Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
IBGE	– Instituto Brasileiros de Geografia e Estatística
NAT	– Nitrogênio amoniacal total
NO <sub>2</sub>	– Nitrito
NO <sub>3</sub>	– Nitrato
Ca (OH)	– Hidróxido de cálcio
SST	– Sólidos suspensos totais
SS	– Sólidos sedimentáveis
N	– Nitrogênio
P	– Fósforo
TCE	– Taxa de crescimento específico
FCA	– Fator de conversão alimentar

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	CARCINICULTURA MARINHA .....	14
1.2	SISTEMA DE BIOFLOCOS.....	15
1.3	PRODUÇÃO DE CAMARÕES NA FASE DE BERÇÁRIO.....	17
<b>1.3.1</b>	<b>Manejo alimentar .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Tabelas alimentares personalizadas para o Sistema BFT.....</b>	<b>19</b>
1.4	OBJETIVOS .....	21
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>21</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>21</b>
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
<b>2</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO .....</b>	<b>22</b>
2.1	INTRODUÇÃO .....	24
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
<b>2.2.1</b>	<b>Local.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Material biológico.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Delineamento e unidade experimental.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Manejo experimental.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Análises de qualidade de água .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Controle da amônia, alcalinidade e de sólidos suspensos totais.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Parâmetros zootécnicos .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.8</b>	<b>Teor de fósforo e nitrogênio .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.9</b>	<b>Análises estatísticas .....</b>	<b>30</b>
2.3	RESULTADOS.....	30
<b>2.3.1</b>	<b>Parâmetros de qualidade da água.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Parâmetros zootécnicos .....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Teor de fósforo e nitrogênio .....</b>	<b>34</b>

2.4	DISCUSSÃO .....	35
2.5	CONCLUSÃO .....	37
2.6	FINANCIAMENTO.....	37
2.7	REFERÊNCIAS DO ARTIGO.....	38
	<b>REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>42</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CARCINICULTURA MARINHA

A aquicultura desempenha um papel fundamental na segurança alimentar global, fornecendo uma fonte estável de proteínas e nutrientes essenciais. Além disso, a criação de organismos aquáticos em cativeiro reduz a pressão sobre as populações selvagens e ajuda a preservar os ecossistemas naturais (FAO, 2022). Em 2020, a pesca e a produção aquícola atingiram um recorde histórico de 214 milhões de toneladas, cerca de US\$ 424 bilhões. A produção de animais aquáticos em 2020 superou em mais de 60% a média na década de 1990, superando consideravelmente em termos percentuais o crescimento da população mundial, em grande parte devido ao aumento da produção aquícola. Essa expansão da produção aquícola continua aumentando com o decorrer dos anos (FAO, 2022).

Os crustáceos representam uma diversificada classe de animais aquáticos que desempenham um papel importante na fauna brasileira, especialmente nas águas costeiras e marinhas do país. Esses organismos, que incluem camarões, caranguejos, lagostas e siris, são conhecidos por sua grande variedade de formas e tamanhos, bem como por sua relevância econômica e ecológica. A produção de crustáceo no Brasil é representada majoritariamente pelo monocultivo do camarão-branco-do-pacífico *Penaeus vannamei* (VALENTI et al., 2021).

Os crustáceos ocupam uma posição significativa na produção pesqueira brasileira. A pesca e aquicultura desses animais contribuem para o abastecimento de frutos do mar para o consumo interno e também para exportação, fortalecendo a economia do setor de pescados do país. A produção por parte da aquicultura de *P. vannamei* está concentrada na região Nordeste, que representa aproximadamente 99,6% do total produzido nacionalmente, com destaque para o estado do Ceará cuja produção compreende 54,1% do total produzido no Brasil (IBGE, 2022; ABCC, 2023).

A carcinicultura, ou a criação de camarões, é uma atividade aquícola em constante expansão no Brasil, impulsionada pelo crescente mercado de frutos do mar e pela busca por alternativas sustentáveis na produção de proteína animal. Nesse contexto, o camarão-branco-do-pacífico (*P. vannamei*) tem se destacado como uma das principais espécies cultivadas em território brasileiro. A carcinicultura vem se intensificando na produção dessa espécie, com o desenvolvimento de tecnologias de produção nos setores de equipamentos e rações, maior controle na qualidade de água e maior número de laboratórios de pós-larvas, contribuindo dessa forma com o fortalecimento da atividade (ROCHA, 2020). A adaptabilidade do camarão-

branco-do-pacífico às diferentes condições climáticas e sistemas de cultivo tem contribuído para sua ampla disseminação no país. Com ciclos de crescimento relativamente curtos, essa espécie permite uma produção mais rápida e eficiente, além de se adequar a diferentes métodos de criação, como viveiros escavados, tanques e sistemas de bioflocos. Além disso há a busca e o desenvolvimento de novas tecnologias para maiores produtividades por áreas, com sistemas de produção intensivos e superintensivos (ROCHA, 2020).

## 1.2 SISTEMA DE BIOFLOCOS

Os sistemas intensivos e superintensivos de produção aquícola, buscam maior produtividade, diminuição das conversões alimentares e melhores desempenhos zootécnicos dos camarões. A tecnologia de bioflocos (Biofloc Technology System – BFT) tem sido uma alternativa promissora para a intensificação da produção. O sistema se baseia na manipulação da relação de carbono e nitrogênio (C: N) da água para a formação da comunidade microbiana, buscando maior controle dos compostos nitrogenados, diminuição no uso da água, maior biossegurança, uso de maior densidade de estocagem e por consequência maior produtividade (KRUMMENAUER et al., 2014., AVNIMELECH, 2015).

Os bioflocos se consistem em partículas em suspensão que se mantêm suspensas com a força da aeração mecânica e são colonizados por comunidades de bactérias, microalgas, protozoários, zooplâncton, bem como sobras de rações e fezes (AVNIMELECH, 2015). Tais agregados permitem a ciclagem de nutrientes dentro da água e podem servir como fontes complementares de alimento, contribuindo para o crescimento dos animais cultivados. É um sistema que não precisa de renovações de água ao longo do cultivo, apenas reposições por evaporação. Ao longo dos anos, o sistema de tecnologia de bioflocos vem se aperfeiçoando (DAUDA, 2020). Os bioflocos têm uma relação fundamental com o crescimento da bactéria heterotrófica, que usam os nutrientes orgânicos para seu crescimento e atuam na conservação da qualidade da água (AVNIMELECH, 2007, 2009). Dessa forma, o sistema permite a intensificação da produção aquícola e com isso mitigar o impacto ao ambiente natural (ANJOS, 2021).

A gestão eficaz da qualidade da água em sistemas de bioflocos (BFT) é crucial e envolve a remoção eficiente dos compostos nitrogenados provenientes dos animais cultivados e da dieta. Este processo ocorre primariamente por meio de duas vias distintas: a via heterotrófica e a quimioautotrófica. Na via heterotrófica, as bactérias heterotróficas desempenham um papel fundamental. Essas bactérias são as primeiras a colonizar o sistema



BFT, e sua função inclui a síntese de proteínas a partir da amônia e do carbono orgânico. Para otimizar esse processo, é essencial manter uma relação adequada entre carbono e nitrogênio, garantindo condições ideais para a eficácia das atividades bacterianas (DE SCHRYVER et al., 2008; SERRA et al., 2015; FAROOQI & QURESHI, 2018). Para promover efetivamente essas atividades bacterianas, é essencial introduzir uma fonte externa de carbono orgânico no sistema, como melão, açúcar, dextrose ou farelo de arroz. Essa prática é crucial para estabelecer uma relação adequada de aproximadamente 15:1 (C/N) (AVNIMELECH, 1999; FAROOQI & QURESHI, 2018).

A rota quimioautotrófica opera convertendo a amônia em um composto nitrogenado menos tóxico. Ao contrário das bactérias heterotróficas, que têm uma taxa mais rápida de ciclagem da amônia, as bactérias envolvidas no processo de nitrificação atuam de maneira mais lenta. No entanto, são responsáveis pela assimilação significativa do nitrogênio que entra no sistema de cultivo. As bactérias amônio-oxidantes convertem a amônia em nitrito, e as nitrito-oxidantes subsequentemente convertem o nitrito em nitrato, que é uma forma menos tóxica de composto nitrogenado. Essas bactérias têm um crescimento mais lento em comparação com as bactérias heterotróficas e utilizam carbono inorgânico presente na alcalinidade para seu desenvolvimento (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

Uma estratégia empregada para intensificar ainda mais o cultivo é a introdução de uma fase de berçário. Isso possibilita o aumento do número de ciclos de cultivos com a redução do período de engorda. Em regiões de climas temperados, essa abordagem permite a produção durante os meses mais frios, utilizando sistemas com temperatura controlada (FÓES et al., 2011). Além disso, essa prática proporciona melhorias na conversão alimentar, na sobrevivência e nas taxas de crescimento (WASIELESKY et al., 2013). Os benefícios dessa fase no sistema BFT foram confirmados por vários estudos, os quais identificaram sua contribuição para o rápido crescimento dos organismos cultivados (ARNOLD et al., 2009; JIMÉNEZ-YAN et al., 2006; EMERENCIANO et al., 2012; FÓES et al., 2011).

Entretanto, diversos estudos ressaltam os benefícios do sistema de bioflocos na carcinicultura, abrangendo tanto a fase de berçário quanto a de engorda (por exemplo: EL-SAYED, 2021; EMERENCIANO et al., 2013, 2021; FERREIRA et al., 2020; HOSTINS et al., 2019; KHANJANI et al., 2023; LEGARDA et al., 2018; WASIELESKY et al., 2006, 2013).

### 1.3 PRODUÇÃO DE CAMARÕES NA FASE DE BERÇÁRIO

O estágio de berçário em um sistema BFT desempenha um papel crucial no ciclo de produção de camarão-branco-do-pacífico, oferecendo uma fase fundamental para o desenvolvimento inicial desses animais até atingirem o peso aproximado de 1 g (COHEN et al., 2005). Nessa etapa, os camarões passam por um processo de crescimento acelerado e aprimoram suas habilidades de sobrevivência, preparando-se para a fase de crescimento completo, atingindo maior uniformidade, ganho de peso, impedindo o canibalismo, além de melhorar o manejo de estocagem da produção, aumentando a sobrevivência; e consequentemente a engorda (GARSA DE YTA et al., 2004).

A fase de berçário é justificada para o cultivo de camarão-branco-do-pacífico pois as pós-larvas são criadas em altas densidades por 15 a 60 dias, dependendo de um manejo técnico preciso, alimentação e monitoramento da qualidade da água (SAMOCHA, 2010; JORY & CABRERA, 2012; SCHVEITZER et al., 2017). Durante essa fase, os camarões apresentam crescimento rápido, atingindo tamanho considerável em um curto período, o que aumenta o potencial de retorno econômico para os produtores (ANDREATTA; BELTRAME, 2004).

A fase de berçário também permite um aproveitamento mais eficiente dos recursos disponíveis no sistema de cultivo. Os camarões nessa fase são alimentados com dietas específicas adaptadas às suas necessidades nutricionais, resultando em melhor conversão alimentar e redução de desperdício (WASIELESKY et al., 2013).

Durante a fase de berçários, as mudanças no corpo do camarão estão ligadas ao sucesso da ecdise, um desafio fisiológico intrinsecamente conectado à qualidade da água, saúde e nutrição. Antecipar e manejar adequadamente a ecdise em camarões cultivados pode resultar em economia de ração. Contudo, devido à complexidade desse processo na fase de engorda, controlar precisamente a muda permanece desafiador. O crescimento dos camarões ocorre em eventos de ecdise, impactando diretamente sua fisiologia, morfologia e comportamento. Esse processo ritualístico demanda considerável energia, representando desafios ao longo do desenvolvimento, especialmente considerando a evolução das espécies em ambientes mais estáveis. O controle preciso da ecdise em populações cultivadas é desafiador, embora a previsão de mudas em massa possa ser realizada com certo sucesso (DALL et al., 1990; MOLINA, 2000; WICKINS, 2008).

O cultivo de camarões na fase de berçário oferece inúmeras vantagens, abrangendo aspectos econômicos, facilidade de manejo e redução de riscos (VAN WYK, 1999). Ao aproveitar a taxa acelerada de crescimento e promover um sistema eficiente, os produtores

podem alcançar resultados positivos e lucrativos, contribuindo para a consolidação do setor de criação de camarões como uma atividade aquícola cada vez mais eficiente e sustentável.

### 1.3.1 Manejo alimentar

O manejo alimentar adequado na fase berçário é fundamental para atingir melhores taxas de crescimento e índices zootécnicos satisfatórios, melhorando o fator de conversão alimentar e parâmetros físico-químicos da água, considerando que a utilização da ração comercial encarece a produção, sendo considerado o produto mais oneroso da produção animal (AUDELO-NARANJO., VOLTOLINA., BELTAN, 2012., EMERENCIANO et al., 2013). Determinar tabelas de alimentação com valores mínimo e máximo de alimentação perfaz uma etapa essencial do manejo alimentar na carcinicultura, onde se estabelecer essas taxas de forma precisa e adequada é fundamental para garantir o crescimento saudável e a eficiência da produção desses organismos (VAN WYK, 1999; DA SILVA et al, 2022).

Uma das estratégias comumente utilizadas para determinar as taxas de alimentação está baseada no peso médio dos camarões. O peso médio é um indicador importante do estágio de desenvolvimento dos camarões, sendo um fator chave na formulação de uma dieta balanceada e no ajuste das quantidades de ração a serem fornecidas (VAN WYK, 1999). A taxa mínima de alimentação é definida para garantir que os camarões recebam uma quantidade adequada de nutrientes essenciais para sustentar suas atividades metabólicas e crescimento.

Por outro lado, a taxa máxima de alimentação é estabelecida para evitar o desperdício de ração e possíveis problemas de acúmulo na água, uma vez que o excesso de alimentação pode levar a resíduos não consumidos e degradação da qualidade da água (VAN WYK, 1999; DA SILVA et al, 2022).

As taxas de alimentação baseadas no crescimento semanal são utilizadas para promover o máximo consumo de ração/alimento pelos camarões, em busca de um crescimento mais rápido, proporcionando diversos ciclos de produção ao ano (VAN WYK., 1999., NUNES & PARSONS, 2006., NRC, 2011). O nível das taxas de alimentação diminui à medida que os camarões vão crescendo e ganhando peso, e isso acontece em resposta a síntese proteica com redução das taxas de crescimento (NRC, 2011). As taxas de alimentação devem ser calculadas a cada biometria, através das tabelas de alimentação combinadas com estimativas de crescimento, sobrevivência e de conversão alimentar (DA SILVA et al, 2022).

É importante ressaltar que a tabela de alimentação de Van Wyk foi desenvolvida para o cultivo de camarão *P. vannamei* em sistemas de recirculação em aquicultura (RAS),

abrangendo as fases de berçário e engorda. Amplamente utilizada pelos produtores, essa tabela oferece uma orientação quanto à quantidade de ração que os camarões irão consumir em condições ideais de temperatura e qualidade da água, visando alcançar resultados satisfatórios de crescimento. Nesse contexto, a tabela de alimentação funciona como uma diretriz diária para a oferta de ração (VAN WYK, 1999).

### **1.3.2 Tabelas alimentares personalizadas para o Sistema BFT**

A personalização de tabelas de alimentação tem se destacado como uma fonte adicional e valiosa de informações para as fazendas de camarão-branco-do-pacífico. As tabelas de alimentação são ferramentas essenciais na aquicultura, no entanto a customização dessas tabelas, levando-se em consideração as condições específicas de cada fazenda é um passo essencial para otimizar o manejo alimentar e maximizar o desempenho zootécnico dos camarões.

O tipo de sistema de cultivo escolhido para o cultivo dos camarões pode impactar diretamente nos ajustes de fornecimento diário de ração. O sistema BFT é conhecido por possuir os flocos microbianos disponíveis 24 horas/dia para consumo dos camarões, servindo como fonte complementar de alimento. O consumo dos flocos microbianos pode impactar positivamente no crescimento dos camarões, diminuindo o fator de conversão alimentar, uma vez que o floco microbiano pode conter proteína (12,0% - 43,0%), extrato etéreo ou lipídios (0,49% - 12,5%), fibra bruta (0,83%), carboidratos (23,59% - 29,10%), cinzas (22,0% - 46,0%) além de vitaminas e minerais (BINALSHIKH-ABUBKR et al., 2021; TACON et al., 2002; IZQUIERDO et al., 2006; KUHN et al., 2009; CRAB et al., 2010; EMERENCIANO et al., 2006; SOARES et al., 2004; WASIELESKY et al., 2006; MCINTOSH et al.; 2000). As discrepâncias na composição dos flocos foram associadas ao tipo de alimento fornecido, à fonte de carbono empregada na formação do floco, à luminosidade, à comunidade microbiana e à idade do floco (AVNIMELECH, 2015).

Uma prática é o uso de bandejas de alimentação para o fornecimento de ração, através das quais a taxa é ajustada de acordo com o consumo aparente de ração (MARTINEZ-CORDOVA et al., 1998; CASILLAS-HERNÁNDEZ et al., 2007). A customização das tabelas de alimentação leva em consideração fatores de consumo, permitindo aos produtores ajustar as alimentações e a composição da ração com base nas condições específicas de cada fazenda. Esse processo personalizado promove um manejo alimentar mais eficiente, redução do

desperdício de ração e melhor aproveitamento dos recursos (CASILLAS-HERNÁNDEZ et al., 2007; MARTINEZ-CORDOVA et al., 2015).

Um dos principais parâmetros empregados nesse processo é o Fator de Conversão Alimentar (FCA). Essa medida é uma ferramenta crucial para avaliar a eficiência com que os camarões utilizam a ração fornecida para o ganho de peso corporal. O FCA é calculado pela relação entre a quantidade total de ração oferecida aos camarões e o ganho de peso obtido por eles durante um determinado período de cultivo. Um FCA baixo indica que os camarões estão convertendo a ração em biomassa de forma eficiente, o que reflete em um crescimento saudável e um menor desperdício de alimento (BOYD et al., 2007). Por outro lado, um FCA alto pode indicar que a ração fornecida está sendo mal aproveitada, provocando menor ganho de peso corporal (NUNES et al., 2005).

O cultivo do camarão-branco-do-pacífico em berçário com sistema BFT associado a otimização das diferentes taxas de alimentação, através do uso da tabela de alimentação de Van Wyk (1999), ajustando a porcentagem da taxa máxima e mínima de alimentação, pode resultar em maior aproveitamento do alimento fornecido bem como o aproveitamento dos flocos microbianos disponíveis no sistema como complemento alimentar, fornecendo um aporte nutricional aos camarões para além da ração comercial. A aplicação do sistema BFT associado ao uso de tabelas de alimentação deve considerar os bioflocos como fonte alimentar para os camarões que podem contribuir com a redução da oferta de alimento, resultando em maior aproveitamento dos nutrientes fornecidos e menor impacto sobre a qualidade da água, reduzindo os sólidos suspenso totais no ambiente de criação, além da redução com custos improdutivos com ração comercial.

Esta tecnologia ganhou atenção recentemente como um método de aquicultura sustentável que controla a qualidade da água, que foi adotado pelo Brasil no final da década dos anos 80 (AVNIMELECH, 2015; AHMAD et al., 2017). O uso deste sistema na produção de camarão marinho tem sido extensivamente estudado (EMERENCIANO et al., 2011, 2013; RAY et al., 2011; SILVA et al., 2013; SCHVEITZER et al., 2013; SOUZA et al., 2014).

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Contribuir com informações para otimizar o manejo alimentar de *Penaeus vannamei* na fase de berçário em bioflocos, a partir de ajuste nas tabelas-padrão de alimentação (e.g., Tabela de Van Wyk).

### 1.4.2 Objetivos Específicos

a) Avaliar como as diferentes taxas de alimentação afetam o desempenho zootécnico em berçário do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos.

b) Analisar os parâmetros físico-químicos na qualidade da água no cultivo em sistema de bioflocos de camarão-branco-do-pacífico em berçários com diferentes manejos alimentares.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O artigo científico está formatado segundo as normas das revistas Boletim do Instituto de Pesca (Qualis A4 na área Zootecnia e recursos pesqueiros, ISSN 0046-9939).

## ARTIGO CIENTÍFICO

### PRODUÇÃO DO CAMARÃO-BRANCO-DO-PACÍFICO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS COM DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO NA FASE DE BERÇÁRIO.

Alfredo Mori Padilla <sup>a</sup>; Mateus Aranha Martins <sup>a</sup>; Ramon Felipe Siqueira Carneiro <sup>a</sup>; Francisco De Castro Lima Franch <sup>a</sup>; Marco Antônio de Lorenzo <sup>a</sup>; Felipe do Nascimento Vieira <sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Laboratório de Camarões Marinhos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua dos Coroas 503, CEP 88061-600, Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

\* Autor correspondente. E-mail: [alfredomoripadilla@hotmail.com](mailto:alfredomoripadilla@hotmail.com)

#### Resumo

A eficácia das taxas de alimentação que afetam o desempenho zootécnico das pós-larvas e os efeitos da alimentação na qualidade da água são fatores a serem considerados, especialmente quando se trata de sistemas de cultivos superintensivos, como o sistema de bioflocos. Tendo isso em vista, torna-se necessário concentrar-se mais nos ajustes da taxa de alimentação. O objetivo deste trabalho foi definir a melhor taxa de alimentação a ser fornecida na criação do camarão-branco-do-pacífico (*Penaeus vannamei*) na fase de berçário em sistema de bioflocos. O experimento, com duração de 45 dias, foi realizado no laboratório de camarões marinhos da UFSC. As pós-larvas de camarão foram povoadas com peso inicial de  $0,08 \pm 0,00$  g na densidade de 2.000 camarões por  $m^{-3}$ , seguindo uma taxa de alimentação conforme a metodologia descrita na tabela de Van Wyk (1999), considerando as taxas (mínimas, máximas, mínimo -10%, máximo +10%). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos com 4 repetições: Máx - Taxa máxima do manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk; MÍN - Taxa mínima do manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk; Mín -10% - Taxa mínima -10% do manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk; Máx + 10% - Taxa máxima +10% do manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk. Foram avaliados a qualidade da água, a produção de sólidos do sistema e os parâmetros zootécnicos. O peso médio final e a produtividade não diferiram significativamente entre os tratamentos, enquanto que o FCA foi significativamente menor nos tratamentos Min e Min-10%, que utilizavam as taxas mínimas de alimentação estabelecidas no experimento. Apesar destes tratamentos terem se apresentado como as taxas mais adequadas de alimentação para o camarão-branco-do-pacífico na fase de berçário, ainda é necessário o aprimoramento dessas estratégias, pois o sistema de bioflocos possui variações e seus ajustes devem ser feitos de

acordo com as interações do sistema. Ao final do experimento, esses tratamentos apresentaram menores valores de conversão alimentar sem afetar negativamente o desempenho de crescimento, além de menores valores de compostos nitrogenados tóxicos e sólidos suspensos totais.

**Palavras chave:** Pós-larva. *Penaeus vannamei*. Manejo alimentar. Tabelas alimentares.

### **Abstract**

The effectiveness of feeding rates that affect the zootechnical performance of post-larvae and the effects of feeding on water quality are factors to be considered, especially when it comes to super-intensive farming systems, such as the biofloc system. With this in mind, it becomes necessary to focus more on feed rate adjustments. The objective of this work was to define the best feeding rate to be provided when raising Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) in the nursery phase in a biofloc system. The experiment, lasting 45 days, was carried out in the UFSC marine shrimp laboratory. Shrimp post-larvae were populated with an initial weight of  $0.08 \pm 0.00$  g at a density of 2,000 shrimp per  $m^3$ , following a feeding rate in accordance with the methodology described in Van Wyk's table (1999), considering the fees (minimum, maximum, minimum -10%, maximum +10%). A completely randomized design was adopted, consisting of 4 treatments with 4 replications: Max - Maximum feeding management rate according to Van Wyk's table; MIN - Minimum food management rate according to the Van Wyk table; Min -10% - Minimum rate -10% of food management according to the Van Wyk table; Max + 10% - Maximum rate +10% of food management according to Van Wyk's table. Water quality, system solids production and zootechnical parameters were evaluated. The average final weight and productivity did not differ significantly between treatments, while the FCA was significantly lower in the Min and Min-10% treatments, which used the minimum feeding rates established in the experiment. Although these treatments have been shown to be the most appropriate feeding rates for Pacific white shrimp in the nursery phase, it is still necessary to improve these strategies, as the biofloc system has variations and adjustments must be made accordingly. with system interactions. At the end of the experiment, these treatments showed lower feed conversion values without negatively affecting growth performance, in addition to lower values of toxic nitrogen compounds and total suspended solids.

Key words: Post-larva. *Penaeus vannamei*. Food management. Food tables.



## 2.1 INTRODUÇÃO

O camarão-branco-do-pacífico, *Penaeus vannamei*, é uma das espécies de camarões marinhos mais relevantes e amplamente cultivadas, que equivalem a 51,7 % da produção de crustáceos no mundo (FAO, 2022). Originária das regiões tropicais e subtropicais do Oceano Pacífico, essa espécie se tornou uma das principais escolhas na aquicultura global devido à sua rápida taxa de crescimento, alta adaptabilidade a diferentes condições de cultivo e qualidade nutricional de sua carne (FAO, 2022). Os avanços tecnológicos e o aprimoramento das práticas de manejo permitiram a intensificação da carcinicultura, aumentando a produtividade e a eficiência dos sistemas de cultivo (EL-SAYED, 2021; EMERENCIANO et al, 2021).

A aquicultura intensificada representa uma abordagem inovadora e sustentável para o cultivo de organismos aquáticos, com o objetivo de maximizar a eficiência alimentar e garantir a saúde tanto do sistema de produção como do meio ambiente circundante (NUNES & PARSONS, 2006). A abordagem da aquicultura intensificada busca enfrentar esses desafios ao focar a otimização da eficiência alimentar (DA SILVA et al, 2022). Por meio do controle rigoroso da qualidade da água, o fornecimento balanceado de nutrientes e implementação de tecnologias avançadas, os sistemas intensificados visam garantir que a quantidade de ração fornecida aos organismos aquáticos corresponda de forma precisa às suas necessidades nutricionais (DA SILVA et al, 2022).

A tecnologia de bioflocos difere dos sistemas tradicionais de aquicultura, pois se concentra na criação e manipulação dos bioflocos como uma parte essencial do ecossistema aquático (WASIELESKY et al., 2006). Esses bioflocos são compostos por uma comunidade complexa de microrganismos, incluindo bactérias, protozoários e algas, que se desenvolvem em suspensão na água. Uma das principais vantagens da tecnologia de bioflocos é a capacidade de reciclar nutrientes de forma eficiente (DE SCHRYVER et al., 2008 SERRA et al., 2015). Essa reciclagem de nutrientes reduz a necessidade de trocas frequentes de água e contribui para a melhoria da qualidade da água, minimizando o consumo e os impactos ambientais negativos (KRUMMENAUER et al., 2014). Além disso, a presença de bioflocos como uma fonte de alimento natural para os organismos cultivados pode reduzir a dependência de rações comerciais, tornando o cultivo mais econômico e sustentável (WASIELESKY et al., 2006, EMERENCIANO et al., 2013).

O manejo alimentar adequado é um dos pilares fundamentais para o sucesso da aquicultura de camarão-branco-do-pacífico durante a fase de berçário (VAN WYK, 1999; DA SILVA et al, 2022). Essa etapa inicial do cultivo é de extrema importância, pois influencia

diretamente o desenvolvimento saudável e o crescimento dos camarões jovens, estabelecendo as bases para um ciclo de produção bem-sucedido (CARVALHO & NUNES, 2006). Durante uma fase de berçário, os camarões estão em uma fase de rápido crescimento e alta atividade metabólica. Como resultado, a dieta deve ser cuidadosamente formulada, atendendo às necessidades nutricionais específicas desses organismos em crescimento acelerado. O manejo alimentar eficiente nessa fase é essencial para otimizar a taxa de sobrevivência, maximizar o ganho de peso e reduzir o tempo necessário para atingir o padrão desejado (AUDELO-NARANJO., VOLTOLINA., BELTAN, 2012., EMERENCIANO et al., 2013).

A formulação da ração deve levar em consideração a composição equilibrada de proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais, garantindo que os camarões recebam todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento adequado (BRAGA et al., 2016). Além disso, a frequência e o volume de alimentação devem ser ajustados de acordo com o crescimento dos camarões e as condições específicas do sistema de cultivo (VAN WYK, 1999).

O manejo alimentar na fase de berçário não se restringe apenas à nutrição dos camarões, mas também inclui aspectos como o controle da qualidade da água, a temperatura e a luminosidade, pois esses fatores influenciarão diretamente a taxa metabólica e o comportamento alimentar dos camarões (VAN WYK, 1999).

Com isso, o ajuste adequado da taxa de alimentação é um dos aspectos mais importantes do manejo alimentar na carcinicultura durante a fase de berçário em sistemas de bioflocos. Essa etapa inicial é crítica para o desenvolvimento saudável dos camarões, pois influencia diretamente seu crescimento, taxa de sobrevivência e eficiência no aproveitamento dos nutrientes disponíveis no ambiente de cultivo. A tabela de alimentação de Van Wyk é uma ferramenta valiosa e amplamente utilizada na aquicultura, especialmente no cultivo de camarões. Essa tabela é um guia que auxilia os produtores na quantidade ideal de ração a ser fornecida aos organismos aquáticos, levando em consideração fatores como o tamanho dos animais, a temperatura da água e taxa de crescimento de cada fase. A alimentação adequada é um dos aspectos mais críticos para o sucesso da aquicultura. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi contribuir com informações para otimizar o manejo alimentar de *Penaeus vannamei* na fase de berçário em bioflocos, a partir de ajuste nas tabelas-padrão de alimentação (e.g., Tabela de Van Wyk).

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Local

O experimento foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos - LCM, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, localizado na Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina (27, 57° S, 48, 43° O), durante 45 dias.

### 2.2.2 Material biológico

Foram utilizadas pós-larvas de *Penaeus vannamei* da linhagem *Speedline*, oriundas do laboratório comercial Aquatec Aquacultura Ltda, Canguaretama, RN - Rio Grande do Norte, Brasil. Já nas dependências do Laboratório de Camarões Marinhos – LCM, as pós-larvas foram mantidas em um tanque de BFT, tanques de fibra de vidro de 50 m<sup>3</sup> (densidade de 10.000 larvas L<sup>-1</sup>), em salinidade de 33 g L<sup>-1</sup>, até atingirem o estágio de pós-larva 20 (PL 20). Ao atingirem o estágio de PL 20, as pós-larvas foram transferidas para as unidades experimentais, tanques retangulares de plásticos de 60 L, com volume útil de 48 L para cada unidade experimental (com sistema de bioflocos sem renovação de água) equipados com sistema de aeração e temperatura constante.

### 2.2.3 Delineamento e unidade experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram utilizados quatro tratamentos com quatro repetições cada, sendo: Tratamento MÁXIMO (MÁX), Tratamento MÍNIMO (MÍN), Tratamento MÁXIMO+10% e Tratamento MÍNIMO-10%. Os valores máximo e mínimo são baseados nos valores fixados na tabela de alimentação de Van Wyk (1999). Já o tratamento MÁXIMO+10% foi constituído por 10% a mais do valor máximo da tabela de alimentação de Van Wyk, enquanto que o tratamento MÍNIMO-10% consistiu em 10% a menos do valor mínimo da tabela de alimentação de Van-Wyk, como demonstra o exemplo na Tabela 1

**Tabela 1.** Taxa de alimentação adotadas no experimento de acordo as biometrias, para cultivo intensivo de *Penaeus vannamei* baseado em VAN WYK (1999) com taxa de alimentação ajustada.

Peso médio do camarão (g)	Taxa de Alimentação (% Biomassa dia <sup>-1</sup> ), Por Peter Van Wyk		Taxa de alimentação ajustada	
	MÁX	MÍN	MÁX +10%	MÍN -10%
<1	35	25	38,5	22,5
0,1 - 0,24	25	20	27,5	18,0
0,25 – 0,49	20	15	22,0	13,5
0,5 – 0,9	15	11	16,5	9,9
1,0 – 1,9	11	8	12,1	7,2

### 2.2.4 Manejo experimental

Foram utilizadas 16 unidades experimentais, sendo tanques de polietileno 48 L de volume útil, povoados com 2.000 camarões por m<sup>-3</sup>. As unidades experimentais foram povoadas com pós-larvas (PL's 20) (0,08 ± 0,00 g) e o cultivo foi realizado por 6 semanas, até os animais alcançarem aproximadamente 1 g. Foram povoados 96 camarões por unidades experimental, seguindo a fórmula seguinte:

$$\text{número de animais} = \frac{\text{biomassa (g)}}{\text{peso médio(g)}}$$

Um dia antes do povoamento, foram transferidos 12 L de água inóculo proveniente de um tanque matriz de bioflocos maduro de camarões, sendo o restante do volume preenchido com 36 L de água marinha. A quantidade de inóculo inicial foi calculada segundo a fórmula:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

ONDE:

C1: concentração de sólidos do tanque matriz.

C2: concentração de sólidos no início do experimento.

V1: volume do tanque matriz.

V2: volume do tanque do experimento.

As unidades experimentais com inóculo proveniente de uma matriz de bioflocos, apresentaram as seguintes características iniciais após o preenchimento do restante do volume dos tanques com água do mar (Tabela 2), sendo estes equipados com aeração constante e aquecedores acoplados a termostatos.

Tabela 2. Qualidade da água inicial das unidades experimentais. Média  $\pm$  desvio padrão.

Qualidade da água inicial das unidades experimentais	
<b>NAT (mg/L)</b>	0,096 $\pm$ 0,06
<b>Nitrito-N (-mg/L)</b>	0,07 $\pm$ 0,00
<b>Nitrato-N (mg/l)</b>	1,76 $\pm$ 0,19
<b>Alcalinidade (mg CaCO<sub>3</sub>/L )</b>	142,25 $\pm$ 5,25
<b>Salinidade (g/L)</b>	33,55 $\pm$ 0.13
<b>pH</b>	8,33 $\pm$ 3,61
<b>SST (mg/L)</b>	370,5 $\pm$ 39,84
<b>SS (mg/L)</b>	3,96 $\pm$ 1,16

NAT: Nitrogênio amoniacal total; SST: sólidos suspensos totais; SS: sólidos sedimentáveis.

As pós-larvas foram alimentadas com ração comercial farelada para camarões marinhos com 40% de proteína bruta da marca (Aqua Guabitec) específico para pós-larvas. Semanalmente, 30 pós-larvas foram coletadas com puçá e colocadas dentro de um béquer para pesagem com uma balança digital com precisão de 0,01g, e logo foram devolvidas a suas unidades experimentais, para monitorar o crescimento e realizar possíveis ajustes na alimentação, calculando a quantidade de ração segundo a taxa de alimentação da tabela experimental. A ração foi armazenada para utilização nas alimentações diárias, e fornecidas 6 vezes ao dia (08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00), para todas as unidades experimentais de acordo com as quantidades de cada grupo.

### 2.2.5 Análises de qualidade de água

Ao longo do experimento foram monitorados os parâmetros de qualidade de água. A temperatura e o oxigênio dissolvido foram mensurados duas vezes ao dia, com auxílio de equipamento multiparâmetro (YSI Pro 2030), sendo a primeira medição às 8:00 e a segunda medição às 17:00. O pH (pH-meter Tecnal<sup>®</sup>), salinidade (YSI EcoSense EC300A), sólidos suspensos totais (SST), (STRICKLAND & PARSONS, 1972), sólidos sedimentáveis (SS) através do cone Imhoff, alcalinidade (APHA, 2012), nitrogênio amoniacal total (NAT) (GRASSHOFF; EHRHARDT; KREMLING, 1983) e nitrito-N (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) (STRICKLAND & PARSONS, 1972) foram analisados duas vezes por semana, respectivamente. O nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) foi mensurado no início, meio e fim do experimento pelo Kit Hach NitraVer 5 (*nitrate reagent powder pillows*).

### 2.2.6 Controle da amônia, alcalinidade e de sólidos suspensos totais

A adição de hidróxido de cálcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  foi adotada para manter a alcalinidade acima de  $150 \text{ mg L}^{-1}$ . Os sólidos totais foram mantidos com concentrações entre aproximadamente  $400$  e  $600 \text{ mg L}^{-1}$  (SCHVEITZER et al., 2013) por meio da remoção do excedente através de filtragem com filtro bag  $20 \mu\text{m}$ . A água não foi renovada durante o cultivo, houve apenas reposição de água doce por perdas de evaporação.

### 2.2.7 Parâmetros zootécnicos

Ao final do experimento, todas as pós-larvas foram pesadas e foram calculados os seguintes índices de produção: sobrevivência (%), fator de conversão alimentar aparente (FCA), produtividade ( $\text{kg m}^{-3}$ ), taxa de crescimento específico (TCE  $\% \text{ dia}^{-1}$ ), peso médio final (g) e ganho de biomassa (g), utilizando as equações 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente:

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{número de indivíduos final}}{\text{número de indivíduos inicial}} * 100 \quad (1)$$

$$\text{Fator de conversão alimentar aparente (FCA)} = \frac{\text{total de ração ofertada (g)}}{\text{ganho de biomassa (g)}} \quad (2)$$

$$\text{Produtividade (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{biomassa final (kg)}}{\text{volume do tanque (m}^3\text{)}} \quad (3)$$

$$\text{Taxa de crescimento específico (TCE \%)} = 100 * \frac{(\ln \text{ peso final (g)}) - (\ln \text{ peso inicial (g)})}{\text{tempo de cultivo (dias)}} \quad (4)$$

$$\text{Peso médio final (g)} = \frac{\text{biomassa (g)}}{\text{número final de animais}} \quad (5)$$

$$\text{Ganho de biomassa (g)} = \text{biomassa final (g)} - \text{biomassa inicial (g)} \quad (6)$$

### 2.2.8 Teor de fósforo e nitrogênio

No final do experimento foram coletadas amostras de cada tanque, aproximadamente  $100 \text{ g}$  de camarão. Para determinar a concentração de nitrogênio (N) e teor de fósforo (P) dos berçários de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, **MÁXIMO (MÁX)**, **MÍNIMO (MÍN)**, **MÁXIMO +10%**, e **MÍNIMO -10%** de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.

### 2.2.9 Análises estatísticas

Foi aplicada análise de variância (ANOVA) unifatorial, depois de analisadas as premissas de normalidade (Shapiro–Wilk) e homoscedasticidade (Levene), seguida do teste de Tukey, para verificar as diferenças entre os tratamentos. O nível de significância adotado foi de 5% para todas as análises. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Jamovi® versão 2.3 (THE JAMOVI PROJECT, 2022).

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Parâmetros de qualidade da água

Os resultados do experimento revelaram que não houve diferença significativa nos níveis de oxigênio dissolvido medidos às 17:00, temperatura e salinidade ( $p>0,05$ ). No entanto, observaram-se diferenças significativas nas medições de oxigênio dissolvido realizadas de manhã.

Tabela 3. Média e desvio padrão do parâmetro de qualidade da água durante 45 dias de cultivo de berçários de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, **MÁXIMO (MÁX)**, **MÍNIMO (MÍN)**, **MÁXIMO +10%**, e **MÍNIMO -10%** de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.

Parâmetros	Tratamentos				P-valor
	Mínimo -10%	Mínimo	Máximo	Máximo +10%	
<b>OD manhã</b> (mg L <sup>-1</sup> )	6,52±0,18 <sup>a</sup>	6,50±0,02 <sup>ab</sup>	6,46±0,03 <sup>ab</sup>	6,44±0,02 <sup>b</sup>	0,016
<b>OD tarde</b> (mg L <sup>-1</sup> )	6,38±0,02	6,35±0,06	6,27±0,06	6,30±0,03	0,086
<b>Temperatura de manhã</b> (° C)	28,22±0,08	28,29±0,10	28,31±0,20	28,32±0,10	0,767
<b>Temperatura de tarde</b> (° C)	28,35±0,02	28,39±0,06	28,46±0,08	28,42±0,04	0,166
<b>NAT</b> (mg L <sup>-1</sup> )	0,16±0,01 <sup>a</sup>	0,18±0,02 <sup>a</sup>	0,38±0,03 <sup>b</sup>	0,45±0,09 <sup>b</sup>	<,001
<b>Nitrito-N</b> (mg L <sup>-1</sup> )	0,20±0,00 <sup>a</sup>	0,22±0,01 <sup>a</sup>	0,32±0,03 <sup>b</sup>	0,36±0,04 <sup>b</sup>	0,005
<b>Nitrato-N</b> (mgL <sup>-1</sup> )	2,70±0,28 <sup>a</sup>	2,69±0,38 <sup>a</sup>	3,11±0,26 <sup>ab</sup>	3,82±0,33 <sup>b</sup>	0,022
<b>Alcalinidade</b> (mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )	175,41±5,18 <sup>ab</sup>	165,00±2,41 <sup>a</sup>	182,00±11,79 <sup>b</sup>	187,75±2,95 <sup>b</sup>	0,008
<b>pH</b>	8,28±0,00 <sup>a</sup>	8,26±0,01 <sup>ab</sup>	8,24±0,00 <sup>b</sup>	8,24±0,01 <sup>b</sup>	0,001
<b>Salinidade</b> (g L <sup>-1</sup> )	33,26±0,18	33,49±0,18	33,43±0,08	33,33±0,11	0,451
<b>SST</b> (mgL <sup>-1</sup> )	581,50±15,10 <sup>a</sup>	596,00±17,82 <sup>a</sup>	680,75±33,79 <sup>b</sup>	684,93±16,97 <sup>b</sup>	<,001
<b>SS</b> (mL)	13,36±1,10 <sup>ab</sup>	14,20±2,10 <sup>ab</sup>	19,32±4,10 <sup>bc</sup>	25,01±4,49 <sup>c</sup>	<,001

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey ao nível de significância de 0,05. SST = Sólido Suspensos Totais, NAT: Nitrogênio amoniacal total. SS: Sólidos sedimentáveis.

A amônia total mensurada apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos, com maiores valores para os tratamentos MÁX e MÁX+10% (Figura 1). Os valores de nitrito acompanharam a mesma tendência dos resultados de amônia, com diferenças estatísticas entre os tratamentos MÁX e MÁX+10% em comparação com os tratamentos MÍN e MÍN-10% (Figura 2). O nitrato mensurado no tratamento MÁX+10% apresentou maior valor, diferindo estatisticamente dos tratamentos MÍN e MÍN -10% (Figura 3). Os valores de alcalinidade diferiram entre tratamentos, sendo mensurado o menor valor para o tratamento MÍN e os maiores valores para os tratamentos MÁX e MÁX+10%, sendo que o tratamento MÍN-10% apresentou um valor intermediário e estatisticamente igual aos outros tratamentos.

Figura 1. Amônio total mensurado durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.

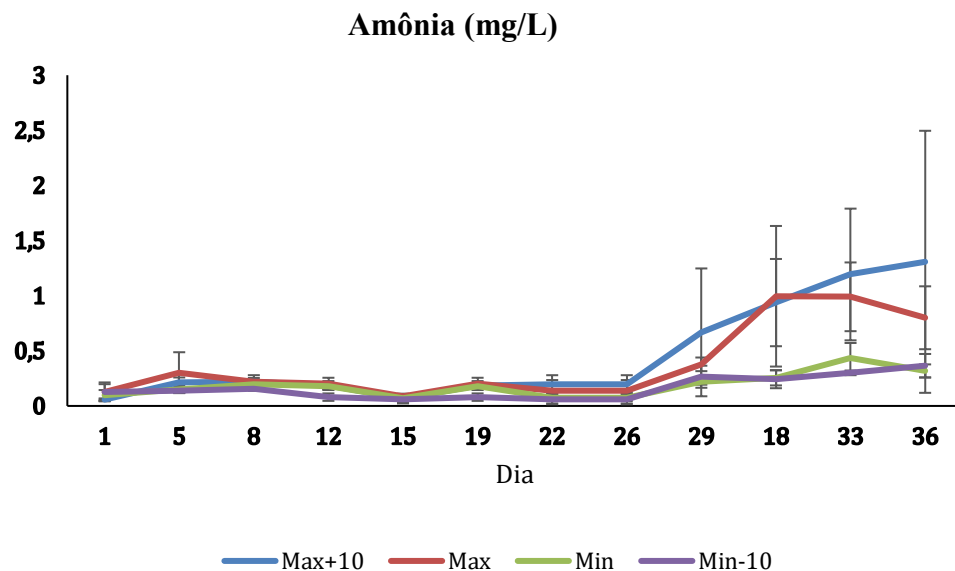




Figura 2. Nitrito total mensurados durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, **MÁXIMO (MÁX)**, **MÍNIMO (MÍN)**, **MÁXIMO +10%**, e **MÍNIMO -10%** de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.

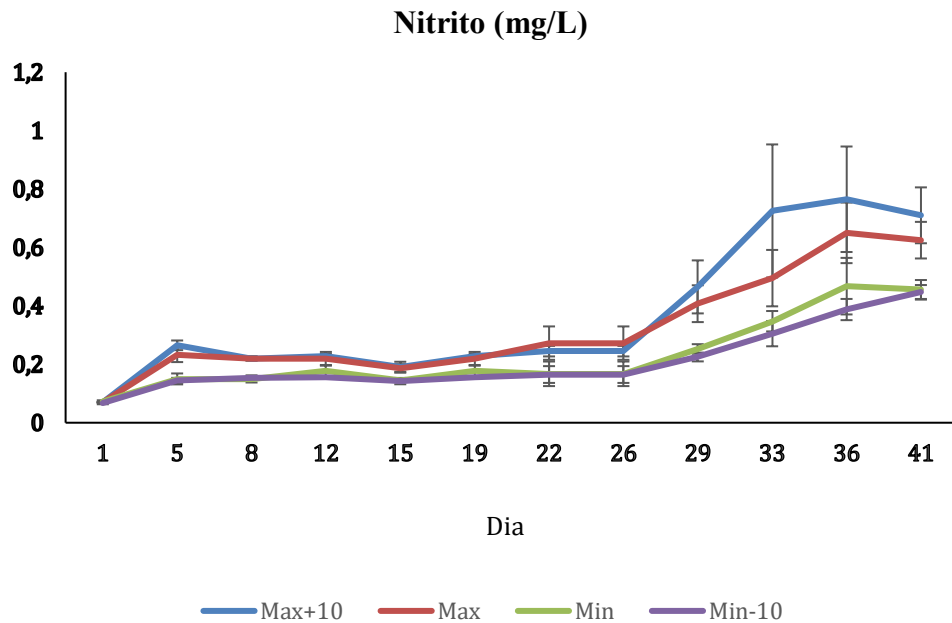
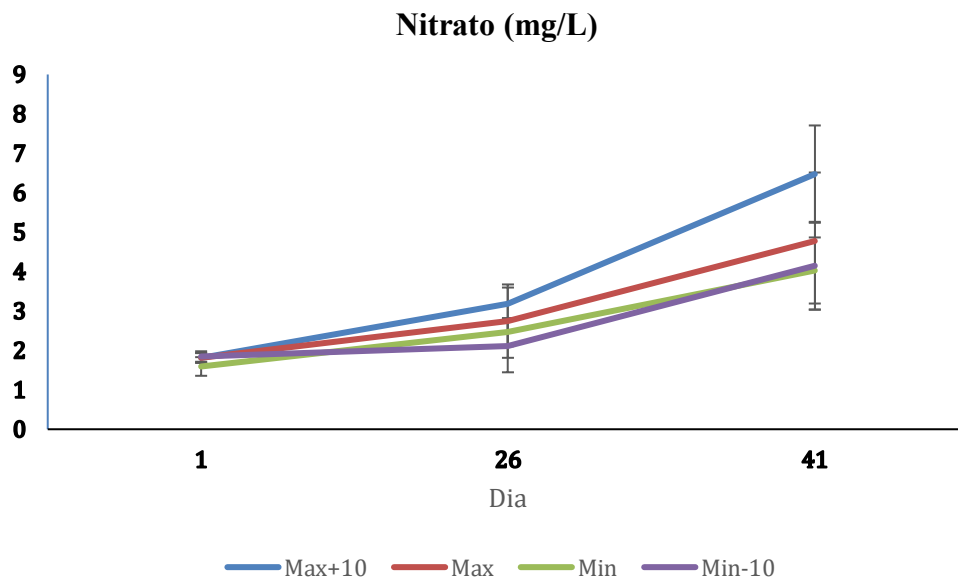


Figura 3. Nitrato mensurados durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, **MÁXIMO (MÁX)**, **MÍNIMO (MÍN)**, **MÁXIMO +10%**, e **MÍNIMO -10%** de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.



Os valores de pH mensurados demonstraram diferenças estatísticas entre tratamentos, porém com valores semelhantes. A salinidade não diferiu significativamente entre os tratamentos, mantendo os valores próximos a  $33 \text{ g L}^{-1}$ . Para o parâmetro de sólidos suspensos totais, e sólidos sedimentáveis (Cone Imhoff) os parâmetros mensurados diferiram estatisticamente entre tratamentos seguindo a mesma tendência, com maior acúmulo nos

tratamentos MÁX e MÁX+10% (Figura 4 e 5). Os tratamentos com maiores taxas de arraçamento apresentaram os maiores valores de sólidos suspensos e compostos nitrogenados, enquanto os tratamentos com menor taxa de arraçamento exibiram os maiores valores de oxigênio dissolvido de manhã e pH.

Figura 4. Sólidos suspenso totais mensurados durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.

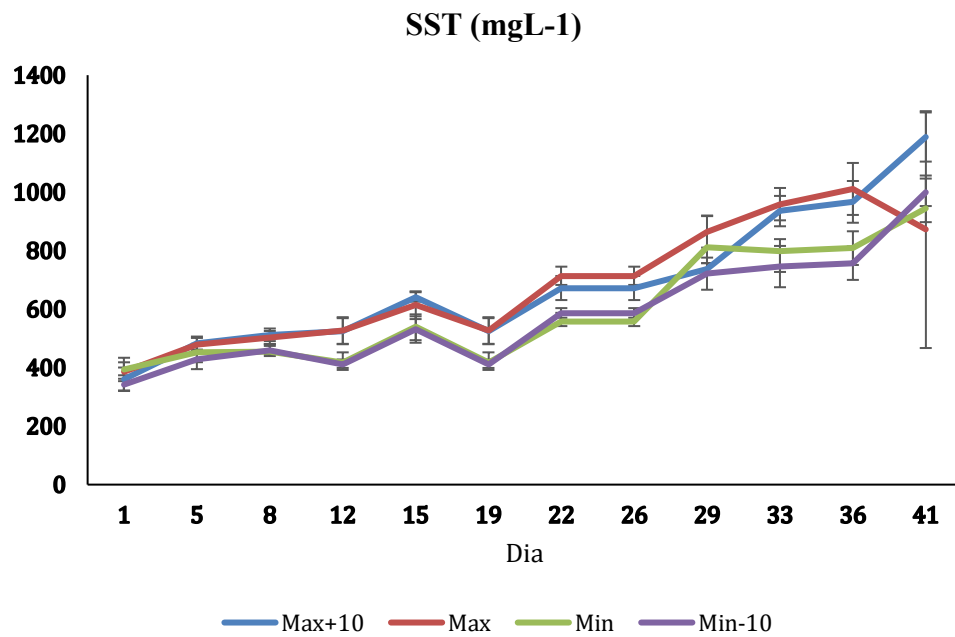
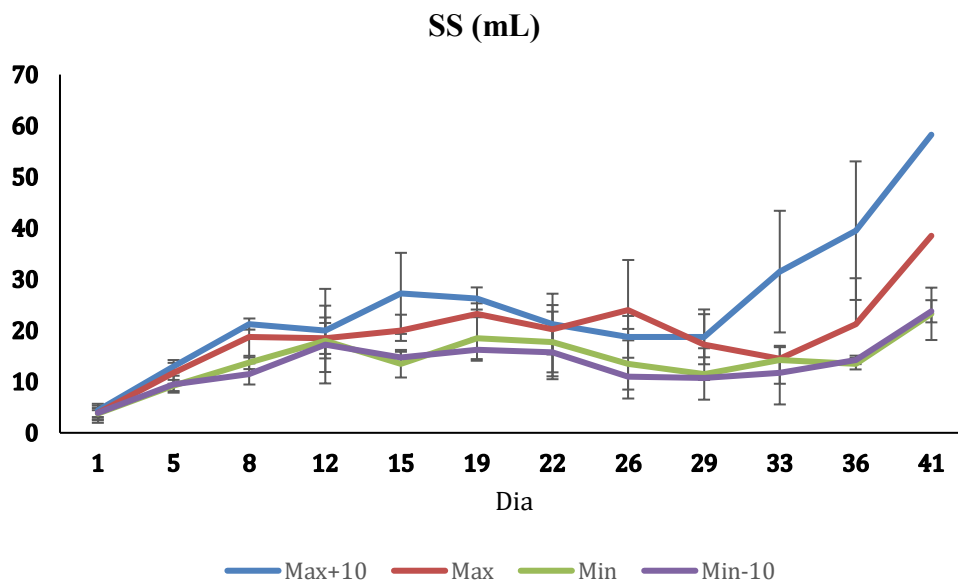


Figura 5. Sólidos suspensos mensurados durante 45 dias de cultivo de berçário de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MÁXIMO (MÁX), MÍNIMO (MÍN), MÁXIMO +10%, e MÍNIMO -10% de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.



### 2.3.2 Parâmetros zootécnicos

Em relação ao desempenho zootécnico, foram observadas diferenças significativas apenas para o fator de conversão alimentar, em que os tratamentos que utilizaram as taxas mínimas resultaram nos menores valores de conversão.

Tabela 4. Média e desvio padrão do parâmetro zootécnico e insumos de produção durante 45 dias de cultivo de berçários de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, **MÁXIMO (MÁX)**, **MÍNIMO (MÍN)**, **MÁXIMO +10%**, e **MÍNIMO -10%** de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.

Parâmetros	Tratamentos				P-valor
	Mínimo -10%	Mínimo	Máximo	Máximo +10%	
Peso médio Inicial (g)	0,080±0,00	0,080±0,00	0,080±0,00	0,080±0,00	-
Peso médio final (g)	1,46±0,10	1,55±0,09	1,39±0,20	1,46±0,17	0,637
Produtividade kg/m <sup>3</sup>	2,26±0,09	2,50±0,07	2,27±0,27	2,31±0,13	0,069
FCA	1,63±0,09 <sup>a</sup>	1,66±0,05 <sup>a</sup>	2,57±0,11 <sup>b</sup>	2,77±0,13 <sup>b</sup>	<,001
TCE (% dia <sup>-1</sup> )	20,76±0,53	20,76±0,42	20,35±1,01	20,76±0,84	0,602
Ganho de biomassa (g)	108,70±4,57	120,20±3,43	109,13±13,38	111,00±6,43	0,069
Biomassa final (g)	116,38±4,57	127,88±3,43	116,81±13,38	118,68±6,43	0,069
Sobrevivência (%)	82,81±4,00	85,67±4,12	87,50±4,59	85,15±6,76	0,723
Ração (kg)	177,634±3,47 <sup>a</sup>	200,517±4,86 <sup>a</sup>	279,884±28,96 <sup>b</sup>	307,465±6,14 <sup>b</sup>	<,001
Cal hidratada					
Ca(OH) <sub>2</sub> (kg)	0,145±0,01 <sup>abc</sup>	0,165±0,00 <sup>b</sup>	0,171±0,02 <sup>a</sup>	0,182±0,00 <sup>a</sup>	<,001

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey ao nível de significância de 0,05. FCA = Fator de conversão alimentar aparente.

### 2.3.3 Teor de fósforo e nitrogênio

A recuperação de nitrogênio e fósforo do sistema não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, conforme mostrado na (Figura 6 e 7).

Figura 6. Teor de fósforo dos berçários de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, **MÁXIMO (MÁX)**, **MÍNIMO (MÍN)**, **MÁXIMO +10%**, e **MÍNIMO -10%** de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.

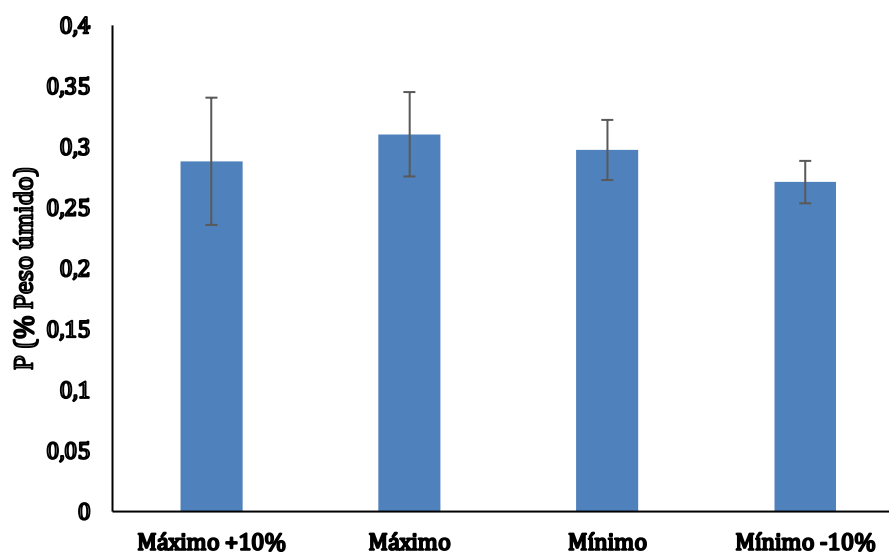
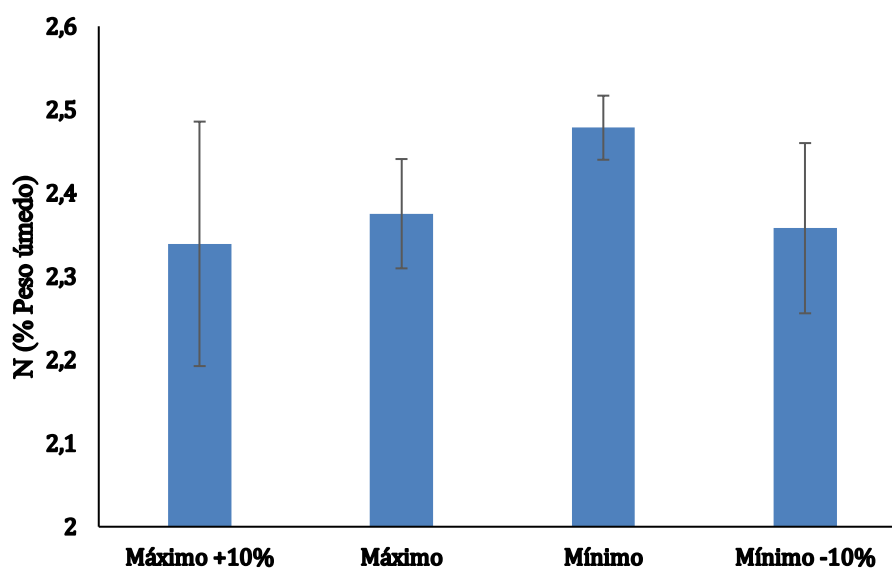


Figura 7. Teor de nitrogênio dos berçários de *Penaeus vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, **MÁXIMO (MÁX)**, **MÍNIMO (MÍN)**, **MÁXIMO +10%**, e **MÍNIMO -10%** de manejo alimentar de acordo com a tabela de Van Wyk.



## 2.4 DISCUSSÃO

O sistema de bioflocos é uma técnica avançada que utiliza uma comunidade diversificada de micro-organismos, formando agregados biológicos conhecidos como bioflocos, que atuam como uma fonte de alimento natural, devido sua composição balanceada proveniente dos microrganismos que compõem os flocos microbianos, os flocos apresentam proteína bruta, ácidos graxos, aminoácidos essenciais e minerais em níveis satisfatórios (BURFORD et al. 2004).

Ao finalizar o período de experimentação, comprovou-se que os parâmetros de qualidade da água foram mantidos dentro dos intervalos ideais para o cultivo de berçário de *P. vannamei*, conforme relatado por VAN WYK e SCARPA (1999). Essa constatação pode ser atribuída ao uso de um inóculo de bioflocos maduro no início do experimento, que consiste em uma comunidade microbiana diversificada, composta por bactérias nitrificantes e/ou heterotróficas, desenvolvendo-se em suspensão na água (FERREIRA et al., 2021).

Essa comunidade microbiana é essencial para o estabelecimento de um ecossistema estável e funcional, promovendo a transformação de resíduos orgânicos em partículas sólidas, que servem como fonte de alimento natural para os camarões em fase de berçário.

Em nosso estudo observamos que não apenas os níveis de sólidos permaneceram nos valores recomendados, mas também identificamos que nos tratamentos com menor quantidade de ração, ou seja, nos tratamentos "Mín" e "Mín-10%", a concentração de sólidos foi

estatisticamente menor em comparação com os outros tratamentos "Máx" e "Máx+10%". Este resultado é promissor e possui implicações significativas, pois exige menor remoção de sólidos e possível impacto ambiental dos efluentes. Os sólidos suspensos totais também permaneceram dentro dos níveis recomendados para o cultivo da espécie (GAONA et al., 2011).

No presente estudo, os níveis iniciais de alcalinidade e pH ( $142,25 \pm 5,25$  mg  $\text{CaCO}_3$   $\text{L}^{-1}$  e  $8,33 \pm 3,61$ , respectivamente) diminuíram até a aplicação do hidróxido de cálcio nos diferentes tratamentos, a quantidade de hidróxido de cálcio adicionada diariamente foi responsável em manter um pH acima de 8,2. Os níveis de alcalinidade em todas as unidades experimentais foram mantidos acima de  $120$  mg  $\text{CaCO}_3$   $\text{L}^{-1}$  através da suplementação de cal hidratada em 20% do peso de ração fornecido diariamente no início do experimento e ajustados ao longo do período de cultivo, de acordo com as recomendações de FURTADO et al. (2011) e VAN WYK e SCARPA (1999) para o cultivo de camarão.

A aplicação de hidróxido de cálcio equivalente a 20% da ração oferecida diariamente nos tanques de cultivo não excedeu a taxa de absorção de carbono inorgânico pelas bactérias heterotróficas e nitrificantes presentes no sistema BFT, mantendo o sistema estabilizado entre as taxas de consumo de carbono inorgânico das bactérias e as reservas de alcalinidade da água (FURTADO et al., 2014).

Isso ressalta a importância de otimizar tanto a taxa de alimentação quanto o número de refeições diárias em diversas condições de manejo. As taxas de conversão alimentar mais elevadas observadas em taxas de alimentação mais altas podem ser atribuídas a dois fatores principais: o comportamento alimentar desperdiçados dos camarões e a menor utilização de flocos como fonte de alimento devido à maior disponibilidade de alimentos (ZHENG et al., 2008). A Tabela 4 mostra que menos insumos alimentares resultaram em pesos médios sem diferença comparado com os tratamentos com maior aporte de ração, além de conversão alimentar aceitável de 1,63.

Os resultados do presente estudo corroboram com os achados de DA SILVA (2022), que utilizou duas tabelas de alimentação de VAN WYK (1999) e GARZA DE YTA (2004), incluindo as taxas de alimentação mínimas e máximas e cálculos de conversão alimentar estimados em 1,1 e 1,5, respectivamente. No presente trabalho, o peso final das pós-larvas não diferiu significativamente entre os tratamentos, demonstrando que com as menores taxas de alimentação, o peso final dos animais foi semelhante.

Os tratamentos com menores taxas de alimentação e ração apresentaram bom desempenho zootécnico, com conversões alimentares favoráveis para o cultivo das pós-larvas de camarão em fase de berçário. Uma vez que FCA foi significativamente reduzida em

decorrência do aporte de ração estar 10% abaixo do valor mínimo proposto pela tabela de VAN WYK, isso sugere que as quantidades utilizadas na taxa de alimentação e ração não causaram subalimentação, mas enfrenta desafios significativos, sendo o custo da ração o fator mais oneroso. A busca pela redução desse custo é crucial para a viabilidade econômica e sustentabilidade do setor. Estratégias como a adoção de práticas de alimentação eficientes, a utilização de ingredientes alternativos e a otimização da formulação da ração são passos essenciais nessa direção. Além disso, a inovação e a pesquisa contínua são aliadas valiosas na busca por soluções que permitam a produção de camarão de maneira mais econômica e ambientalmente responsável.

Os sistemas superintensivos de bioflocos têm a capacidade de reciclar nutrientes e transformar resíduos orgânicos em fonte de alimento natural para os camarões (AVNIMELECH, 2007; SAMOCHA et al., 2007). Nesse contexto, os ajustes das tabelas de alimentação podem ser mais conservadores, uma vez que os camarões podem suprir parte de suas necessidades nutricionais através dos bioflocos presentes no sistema. Isso permite reduzir a dependência de rações comerciais, o que resulta em economia de custos e menor impacto ambiental (QUINTERO & ROY, 2010; REGO et al., 2017).

Com relação a produtividade os resultados obtidos no presente trabalho foram promissores, para cultivo de camarão em fase de berçários em sistema de bioflocos, ao mesmo tempo, já apresenta índices de produção bem mais elevados do que no sistema de cultivo semi-intensivo tradicional. A produtividade de foi melhor no tratamento Mínimo -10% e semelhante à encontrada por Ray et al. (2010); FURTADO et al. (2014).

## 2.5 CONCLUSÃO

Dentre os tratamentos avaliados, a taxa de alimentação no valor mínimo -10% da tabela de Van Wyk é o mais adequado para fase de berçários do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos, devido a menos conversão alimentar.

## 2.6 FINANCIAMENTO

O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil, Código Financeiro 001), pelo apoio financeiro e pela bolsa de mestrado a o aluno Alfredo Mori Padilla.

## 2.7 REFERÊNCIAS DO ARTIGO

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd. ed. Standard Methods, 2012.

AÇAR, Tuğba SÖKÜT. STATISTICAL POWER ANALYSIS BASED ON ONE SAMPLE T-TEST WITH JAMOVI. **International Research in Science and Mathematics**, p. 27, 2022.

AUDELO-NARANJO, Juan Manuel; VOLTOLINA, Domenico; ROMERO-BELTRÁN, Emilio. Culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) with zero water exchange and no food addition: an eco-friendly approach. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 40, n. 2, p. 441-447, 2012. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-19>.

AVNIMELECH, Yoram. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3-4, p. 227-235, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X).

AVNIMELECH, Yoram. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, n. 1-4, p. 140-147, 2007. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.025>.

BRAGA, André et al. The effects of feeding commercial feed formulated for semi-intensive systems on *Litopenaeus vannamei* production and its profitability in a hyper-intensive biofloc-dominated system. **Aquaculture Reports**, v. 3, p. 172-177, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.03.002>.

BURFORD, Michele A. et al. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. **Aquaculture**, v. 232, n. 1-4, p. 525-537, 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(03\)00541-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(03)00541-6).

CASILLAS-HERNÁNDEZ, Ramón et al. Water quality, chemical fluxes and production in semi-intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds utilizing two different feeding strategies. **Aquacultural Engineering**, v. 36, n. 2, p. 105-114, 2007. **Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 105-114, mar. 2007. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.09.001>.

CARVALHO, Esaú Aguiar; NUNES, Alberto JP. Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. **Aquaculture**, v. 252, n. 2-4, p. 494-502, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.07.013>.

DA SILVA, Weverson Ailton et al. Production of pacific white shrimp in biofloc system with different food management strategies. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 48, 2022. <https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e707>.

DE SCHRYVER, Peter et al. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, n. 3-4, p. 125-137, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>.

EL-SAYED, Abdel-Fattah M. Use of biofloc technology in shrimp aquaculture: a comprehensive review, with emphasis on the last decade. **Reviews in Aquaculture**, v. 13, n. 1, p. 676-705, 2021. <https://doi.org/10.1111/raq.12494>.

EMERENCIANO, Maurício et al. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. **Aquaculture international**, v. 21, n. 6, p. 1381-1394, 2013. DOI 10.1007/s10499-013-9640-y.

EMERENCIANO, Maurício GC et al. Biofloc technology (BFT) in shrimp farming: past and present shaping the future. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, p. 813091, 2021. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.813091>.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Rome: FAO, 2022.

FERREIRA, Gabriela S. et al., Heterotrophic, chemoautotrophic and mature approaches in biofloc system for Pacific white shrimp. **Aquaculture**, v. 533, p. 736099, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736099>.

FURTADO, Plínio S.; POERSCH, Luís H.; WASIELESKY JR, Wilson. Effect of calcium hydroxide, carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BFT) systems. **Aquaculture**, v. 321, n. 1-2, p. 130-135, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.034>.

FURTADO, Plínio S. et al. Application of different doses of calcium hydroxide in the farming shrimp *Litopenaeus vannamei* with the biofloc technology (BFT). **Aquaculture international**, v. 22, p. 1009-1023, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9723-9>

GARZA DE YTA, Antonio; ROUSE, David B.; DAVIS, D. Allen. Influence of nursery period on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 35, n. 3, p. 357-365, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00099.x>.

GAONA, C. A. P. et al. The effect of solids removal on water quality, growth and survival of *Litopenaeus vannamei* in a **biofloc technology culture system**. 2011. v.12, p.54-57. <http://hdl.handle.net/10919/90645>.

GRASSHOFF, Klaus; ERHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater. Analysis**. Verlag Chemi, Weinheim, New York, v. 419, 1983.

KRUMMENAUER, Dariano et al. The reuse of water on the culture of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in BFT system. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, n. 1, p. 3-14, 2014. <https://doi.org/10.1111/jwas.12093>.



NUNES, Alberto JP; PARSONS, G. Jay. A computer-based statistical model of the food and feeding patterns of the Southern brown shrimp *Farfantepenaeus subtilis* under culture conditions. **Aquaculture**, v. 252, n. 2-4, p. 534-544, 2006. <https://doi.org/10.1111/jwas.12093>.

MARTINEZ-CORDOVA, Luis R. et al. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. **Aquacultural Engineering**, v. 17, n. 1, p. 21-28, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(97\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(97)00010-1).

QUINTERO, H. E. et al. Practical feed management in semi-intensive systems for shrimp culture. **The shrimp book**, p. 443-453, 2010.

SAMOCHA, Tzachi M. et al. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v. 36, n. 2, p. 184-191, 2007. **Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 184-191, mar. 2007. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.10.004>.

RAY, Andrew J. et al. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. **Aquaculture**, v. 299, n. 1-4, p. 89-98, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.021>

REGO, Marcelo Augusto Soares et al. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. **Aquaculture**, v. 469, p. 67-71, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006>.

RICE, Eugene W. et al. (Ed.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American public health association, 2012. APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd. ed. Standard Methods, 2012.

SERRA, Fabiane P. et al. Use of different carbon sources for the biofloc system adopted during the nursery and grow-out culture of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture International**, v. 23, p. 1325-1339, 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-015-9887-6>.

SCHVEITZER, Rodrigo et al. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. **Aquacultural Engineering**, v. 56, p. 59-70, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006>.

STRICKLAND, John Douglas Hipwell; PARSONS, Timothy Richard. **A practical handbook of seawater analysis**. 1972. 310 p. [https://epic.awi.de/id/eprint/39262/1/Strickland-Parsons\\_1972.pdf](https://epic.awi.de/id/eprint/39262/1/Strickland-Parsons_1972.pdf)

VAN WYK, Peter et al. Nutrition and feeding of *Litopenaeus vannamei* in intensive culture systems. **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**, v. 220, 1999.

VAN WYK, Peter et al. Water quality requirements and management. **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**, v. 4520, p. 141-161, 1999.

WASIELESKY JR, Wilson et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1-4, p. 396-403, 2006. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.030>.

ZHENG, Zhen-Hua; DONG, Shuang-Lin; TIAN, Xiang-Li. Effects of intermittent feeding of different diets on growth of *Litopenaeus vannamei*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 28, n. 1, p. 21-26, 2008. <https://doi.org/10.1651/07-2858R.1>.

## REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

AHMAD, Irshad et al. Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. **Aquaculture international**, v. 25, p. 1215-1226, 2017.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-016-0108-8>.

ARNOLD, Stuart J. et al. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: an evaluation of artificial substrates and stocking density. **Aquaculture**, v. 293, n. 1-2, p. 42-48, 2009.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.049>.

AUDELO-NARANJO, Juan Manuel; VOLTOLINA, Domenico; ROMERO-BELTRÁN, Emilio. Culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) with zero water exchange and no food addition: an eco-friendly approach. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 40, n. 2, p. 441-447, 2012. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-19>.

ANDREATTA, E. R.; BELTRAME, E. Cultivo de camarões marinhos. In: POLI, C. R. et al. (Org.). **Aquicultura experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004. p. 199- 220.

AVNIMELECH, Yoram. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3-4, p. 227-235, 1999. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X).

AVNIMELECH, Yoram. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, n. 1-4, p. 140-147, 2007.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.025>.

AVNIMELECH, Yoram et al. **Biofloc technology: a practical guide book**. World Aquaculture Society, 2009.

AVNIMELECH, Y. Biofloc technology - a practical guide book, 3. ed. **The World Aquaculture Society**, Baton rouge: louisiana, 2015. <https://doi.org/10.3390/jmse9020193>.

BINALSHIKH-ABUBKR, Tarq; HANAFIAH, Marlia M.; DAS, Simon Kumar. Composição química aproximada de bioflocos secos de resíduos de camarão e tilápia produzidos por dois métodos de secagem. **Revista de Ciência e Engenharia Marinha**, v. 2, pág. 193, 2021.

BOYD, CLAUDE E.; TUCKER, CRAIG; MCNEVIN, AARON; BOSTICK, KATHERINE; CLAY, JASON. Indicators of Resource Use Efficiency and Environmental Performance in Fish and Crustacean Aquaculture. **Reviews In Fisheries Science**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 327-360, nov. 2007. Informa UK Limited. <https://doi.org/10.1080/10641260701624177>.

CASILLAS-HERNÁNDEZ, Ramón et al. Water quality, chemical fluxes and production in semi-intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds utilizing two different feeding strategies. **Aquacultural Engineering**, v. 36, n. 2, p. 105-114, 2007.

**Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 105-114, mar. 2007.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.09.001>.

COHEN, Jason M. et al. Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *Litopenaeus vannamei* using limited discharge and biosecure

management tools. **Aquacultural engineering**, v. 32, n. 3-4, p. 425-442, 2005.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2004.09.005>.

CRAB, Roselien et al. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 4, p. 559-567, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02353.x>.

DA SILVA, Weverson Ailton et al. Production of pacific white shrimp in biofloc system with different food management strategies. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 48, 2022.  
<https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e707>.

DAUDA, Akeem Babatunde. Biofloc technology: a review on the microbial interactions, operational parameters and implications to disease and health management of cultured aquatic animals. **Reviews in Aquaculture**, v. 12, n. 2, p. 1193-1210, 2020.  
<https://doi.org/10.1111/raq.12379>.

DALL, W. H. B. J. et al. The biology of the Penaeidae. The biology of the Penaeidae., v. 27, 1990.

DE SOUZA, Diego Moreira et al. Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a Biofloc technology system. **Aquaculture Research**, v. 45, n. 2, p. 270-277, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03223.x>.

DE SCHRYVER, Peter et al. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, n. 3-4, p. 125-137, 2008.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>.

DOS ANJOS, Roberta de Paula. Ação de diferentes alcalinizantes sobre a comunidade microbiológica na produção do camarão branco *litopenaeus vannamei* (boone, 1931) em sistema de bioflocos. 2021. Dissertação de mestrado em aquicultura. p. 39.

EBELING, James M.; TIMMONS, Michael B.; BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 257, n. 1-4, p. 346-358, 2006.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>.

EL-SAYED, Abdel-Fattah M. Use of biofloc technology in shrimp aquaculture: a comprehensive review, with emphasis on the last decade. **Reviews in Aquaculture**, v. 13, n. 1, p. 676-705, 2021. <https://doi.org/10.1111/raq.12494>.

EMERENCIANO, M. G. C., Wasielesky, W. Soares, R. B., Ballester, E. C., Cavalli, R. O. e Izeppi, E. M. 2006. Agregados microbianos: cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na fase de pré-berçário. **Aquaciência 2006**. Anais do congresso.

EMERENCIANO, Maurício et al. Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. **Aquaculture International**, v. 19, p. 891-901, 2011.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10499-010-9408-6>.

EMERENCIANO, Maurício et al. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille,

1817). **Aquaculture research**, v. 43, n. 3, p. 447-457, 2012. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02848.x>.

EMERENCIANO, Maurício; GAXIOLA, Gabriela; CUZON, Gerard. Biofloc technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. *Biomass now-cultivation and utilization*, v. 12, p. 301-328, 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/53902>.

EMERENCIANO, Maurício GC et al. Biofloc technology (BFT) in shrimp farming: past and present shaping the future. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, p. 813091, 2021. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.813091>.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Rome: FAO, 2022.

FAROOQI, Faiqa Syeed; QURESHI, Wasim Ul Haq. Biofloc technology in aquaculture. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 6, p. 1905-1909, 2018.

FERREIRA, Gabriela Soltes et al. Strategies for ammonium and nitrite control in *Litopenaeus vannamei* nursery systems with bioflocs. **Aquacultural Engineering**, v. 88, p. 102040, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.102040>.

FÓES, Geraldo K. et al. Nursery of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system: survival and growth at different stocking densities. **Journal of Shellfish Research**, v. 30, n. 2, p. 367-373, 2011. <http://dx.doi.org/10.2983/035.030.0224>.

GARZA DE YTA, Antonio; ROUSE, David B.; DAVIS, D. Allen. Influence of nursery period on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 35, n. 3, p. 357-365, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00099.x>.

HOSTINS, Barbara et al. Managing input C/N ratio to reduce the risk of Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND) outbreaks in biofloc systems—A laboratory study. **Aquaculture**, v. 508, p. 60-65, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.04.055>.

IBGE. Produção de camarão, 2022. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2020\\_v48\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf)> Acesso em: 23 de novembro de 2023.

IZQUIERDO, Marisol et al. Effect of green and clear water and lipid source on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture nutrition**, v. 12, n. 3, p. 192-202, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00385.x>

JIMÉNEZ-YAN, Luis et al. Energy balance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae fed on animal or vegetable protein based compounded feeds. **Aquaculture**, v. 260, n. 1-4, p. 337-345, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.005>.

JORY D, CABRERA T. 2012. Marine shrimp, in: Lucas, J.L., Southgate PC (Eds), **Aquaculture – Farming Aquatic Animals and Plants**, second ed. Wiley-Blackwell, Chichester, 476–513 p.

KUHN, David D. et al. Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. **Aquaculture**, v. 296, n. 1-2, p. 51-57, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.07.025>.

KHANJANI, Mohammad Hossein et al. Synbiotics and aquamimicry as alternative microbial-based approaches in intensive shrimp farming and biofloc: Novel disruptive techniques or complementary management tools? A scientific-based overview. **Aquaculture**, v. 567, p. 739273, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739273>.

KRUMMENAUER, Dariano et al. The reuse of water on the culture of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in BFT system. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, n. 1, p. 3-14, 2014. <https://doi.org/10.1111/jwas.12093>.

LEGARDA, Esmeralda Chamorro et al. Effects of stocking density and artificial substrates on yield and water quality in a biofloc shrimp nursery culture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018. <https://doi.org/10.1590/rbz4720170060>.

LEE, DOC & WICKINS, JF. 1997. Cultivo de crustáceos. 466p., Acribia, S.A., Zaragoza, Espanha.

MARTINEZ-CORDOVA, Luis R. et al. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. **Aquacultural Engineering**, v. 17, n. 1, p. 21-28, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(97\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(97)00010-1).

MARTÍNEZ-CÓRDOVA, Luis R. Et al. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. **Reviews in Aquaculture**, v. 7, n. 2, p. 131-148, 2015. <https://doi.org/10.1111/raq.12058>.

MOLINA, César; CADENA, Eduardo; ORELLANA, Fermin. Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. 2000. [https://rrae.cedia.edu.ec/Record/ESPOL\\_d1de2ff02bf63f9e22e2fb7fb4e8f4d2#:~:text=http%3A//www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8784](https://rrae.cedia.edu.ec/Record/ESPOL_d1de2ff02bf63f9e22e2fb7fb4e8f4d2#:~:text=http%3A//www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8784).

MCINTOSH, Dennis et al. The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. **Aquacultural engineering**, v. 21, n. 3, p. 215-227, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0144-8609\(99\)00030-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0144-8609(99)00030-8).

NUNES, Alberto JP; PARSONS, G. Jay. A computer-based statistical model of the food and feeding patterns of the Southern brown shrimp *Farfantepenaeus subtilis* under culture conditions. **Aquaculture**, v. 252, n. 2-4, p. 534-544, 2006. <https://doi.org/10.1111/jwas.12093>.

NUNES, A. J. P. et al. Princípios para boas práticas de manejo na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará. Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC). Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2005.

NRC. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington, D.C.: **The National Academic Press**, 2011.

RAY, Andrew J.; DILLON, Kevin S.; LOTZ, Jeffrey M. Water quality dynamics and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. **Aquacultural Engineering**, v. 45, n. 3, p. 127-136, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2011.09.001>.

ROCHA, I. P. Agronegócio do camarão cultivado. **Revista da ABCC**. Recife, Pág. 23. Abri, 2020.

SAMOCHA, T. M. et al. Use of intensive and super-intensive nursery systems. **The shrimp book, theory and practice of Penaeid shrimp aquaculture**. Nottingham, UK, p. 247-280, 2010.

SERRA, Fabiane P. et al. Use of different carbon sources for the biofloc system adopted during the nursery and grow-out culture of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture International**, v. 23, p. 1325-1339, 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-015-9887-6>.

SILVA, Adriana Ferreira et al. Efeito das altas densidades de estocagem no crescimento e sobrevivência de *Litopenaeus vannamei* na fase final de engorda, cultivados em sistemas de bioflocos (BFT). **Ciência animal brasileira**, v. 14, p. 279-287, 2013. <https://doi.org/10.5216/cab.v14i3.10.419>.

SOARES, Roberta et al. Nutritional composition of flocculated material in experimental zero-exchange system for *Penaeus monodon*. **Proceedings of Australian Aquaculture**, v. 89, n. 1, p. 1-4, 2004.

SCHVEITZER, Rodrigo et al. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. **Aquacultural Engineering**, v. 56, p. 59-70, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006>.

SCHVEITZER, Rodrigo et al. Nursery of young *Litopenaeus vannamei* post-larvae reared in biofloc-and microalgae-based systems. **Aquacultural Engineering**, v. 78, p. 140-145, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.07.001>.

TACON, A. G. J. et al. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture nutrition**, v. 8, n. 2, p. 121-137, 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00199.x>

VAN WYK, Peter et al. Nutrition and feeding of *Litopenaeus vannamei* in intensive culture systems. **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**, v. 220, 1999.

VALENTI, WAGNER C. et al; Aquicultura no Brasil: passado, presente e futuro. **Relatórios de Aquicultura**, v. 19, Pág. 100611, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>.

WASIELESKY JR, Wilson et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1-4, p. 396-403, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.030>.

WASIELESKY, Wilson et al. Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of stocking densities and compensatory growth. v. 32, n. 3, p. 799-806, 2013. <https://doi.org/10.2983/035.032.0323>.