



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

EQUIPARAÇÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

Projeto: DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E TAXA DE INFECÇÃO EM *Litopenaeus vannamei* EXPERIMENTALMENTE INFECTADOS COM O VÍRUS DA SÍNDROME DA MANCHA BRANCA (WSSV) CULTIVADOS EM SISTEMA DE BIOFLOCOS COM ADIÇÃO DE *Navicula* sp. E *Brachionus plicatili*

Plano: EFEITO DA FREQUÊNCIA DE INOCULAÇÃO DE *Navicula* SP. NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PÓS-LARVAS DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.

Hugo Rodrigo Monteiro de Queiroz Maia



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Luis Otávio Brito da Silva

Recife, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Parecer da comissão examinadora da monografia de

HUGO RODRIGO MONTEIRO DE QUEIROZ MAIA

Prof. Dr Luis Otávio Brito da Silva

Orientador

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Priscilla Celes Maciel de Lima

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Doutoranda em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Elizabeth Pereira dos Santos

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Jéssika Lima de Abreu

Suplente

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Doutoranda em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado, me dado forças para terminar essa etapa na minha vida.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Ao meu orientador Luis Otavio Brito da Silva por me dá oportunidade, sempre me apoiando e ensinando tanto na parte científica, mas também na parte profissional.

Agradecer aos laboratórios LAMARSU e LACAR por me acolher

A toda minha família, principalmente minha mãe e meu pai pelo incentivo financeiro e emocional. Que essa conquista não foi só minha, mas deles também.

A minha noiva, Juliana Valença por sempre está do meu lado, sempre me apoiando, dando conselhos e nunca ter saído do meu lado nem nas horas mais difíceis.

Aos meus amigos, em especial: Marcos Canedo, Sidney Andrade, David Bruzaca, Victor Azevedo, Rodrigo Serafim, Ícaro Freitas, Ana Santosque sempre me apoiaram nessa trajetória.

Ao equipe que trabalharam comigo. Em especial: Priscilla Celles, Allyne Elins, Leônidas Oliveira, Igor Henrique, Marina Cunha,

Enfim, agradecer a todos que tiveram participação direta ou indiretamente nessa minha caminhada para conclusão do curso de graduação.

SUMÁRIO

RESUMO	8
INTRODUÇÃO.....	9
OBJETIVOS.....	11
METODOLOGIA.....	12
Preparação do floco	12
Camarões	13
Manejo.....	13
Análise do desempenho zootécnico.....	14
Análise estatística	15
RESULTADOS e DISCUSSÃO	15
CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
BIBLIOGRAFIAS.....	21

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Cultivo de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* cultivados em sistema BFT com diferentes periodicidades de inoculação da *Navicula* sp.12
- Figura 2.** Pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* utilizada no experimento.13
- Figura 3.** Variação dos sólidos sedimentáveis do cultivo de camarões em sistema de bioflocos com e sem adição da *Navicula* sp.16
- Figura 4.** Peso de *Litopenaeus vannamei* ao longo do experimento com diferentes frequências de inoculações da microalga *Navicula* sp. em sistema de bioflocos19

mL⁻¹

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos da água do cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> em diferentes periodicidades de inoculação de <i>Navicula</i> sp.	15
Tabela 2. Quantificação dos compostos nitrogenados encontrados do cultivo de pós-larvas de <i>L.vannamei</i> em sistema de biofloco com adição de <i>Navicula</i> sp.	16
Tabela 3. Desempenho zootécnico de pós-larvas de <i>Litopenaeus vannamei</i> em diferentes frequências de inoculação de <i>Navicula</i> sp.	18

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da frequência de inoculação de *Navicula* sp. no desempenho zootécnico de pós-larvas do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos. O experimento teve duração de 42 dias e foi dividido em 4 tratamentos em triplicata, sendo um o cultivo em sistema BFT (controle) e os demais com a periodicidade de inoculação de *Navicula* sp.: a cada 5, 10 e 15 dias, na densidade de 10×10^4 cél mL⁻¹. As pós-larvas foram estocadas com 2 mg em caixas de 50 L de volume útil, há uma densidade de 3000 ind m⁻³. Durante o período experimental os camarões foram alimentados com uma ração comercial de 45% de proteína bruta quatro vezes ao dia e o melão foi adicionado diariamente. As variáveis físico-químicas da água mantiveram-se dentro do recomendado para o cultivo de camarão em sistema de bioflocos durante todo o experimento. Para as variáveis de desempenho zootécnico, observou-se que todos os tratamentos com inoculação da microalga *Navicula* sp. (BFT 5, BFT 10 e BFT 15) se diferenciaram significativamente do tratamento controle, entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com adição da microalga. Diante dos custos de produção das algas, podemos concluir que uma frequência de 15 dias entre as inoculações de microalgas parece ser o mais adequado em sistema berçário de camarões marinhos em bioflocos.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado no ano de 2016 foi de 80 milhões de toneladas, onde podemos destacar a produção de crustáceos, que foi na ordem de 7,8 milhões de toneladas (FAO, 2018). No Brasil, a produção total da aquicultura é de cerca 507 mil toneladas, sendo 9,73% (52,1 mil toneladas) provenientes do cultivo de camarões marinhos, onde podemos destacar a região Nordeste, com cerca de 99,2% da produção nacional (IBGE, 2016).

O sistema biofloco ou BFT é uma tecnologia que tem como principal finalidade converter compostos nitrogenados em biomassa microbiana, através da manipulação da relação carbono:nitrogênio (AVNIMELECH, 2009). As bactérias autotróficas e as heterotróficas são os principais organismos que fazem esta conversão dos compostos nitrogenados em sistema de bioflocos (EBELING et al., 2006; CRAB et al., 2007). A conversão destes compostos em biomassa microbiana permite que haja uma mínima troca de água no sistema (OTOSHI et al., 2011). Esta biomassa microbiana ou agregados microbianos (flocos) são formados por uma variedade de organismos vivos (bactérias, algas, fungos, protozoários) e não vivos (detritos, fezes, ração) (SAMOCHA et al. 2017).

O cultivo em biofloco tem outras vantagens, dentre elas pode-se destacar a suplementação alimentar na alimentação dos camarões, visto que os flocos possuem alta digestibilidade (XU et al., 2012), além de estimular o sistema imunológico do camarão (EMERENCIANO et al. 2013). Estas vantagens proporcionam uma maior produtividade, menor risco de introdução de patógenos e um menor impacto ao meio ambiente.

No entanto, esse tipo de cultivo também tem desvantagens, dentre elas se destacam a necessidade de mão de obra qualificada, pois é um sistema mais intensivo, sendo importante uma maior atenção aos parâmetros da qualidade da água e elevado gasto energético (SAMOCHA et al., 2017). Outra desvantagem dos flocos microbianos é a deficiência de alguns aminoácidos essenciais como lisina e metionina (VALLE et al., 2015, GAMBOA-DELGADO et al., 2016), além da baixa concentração de alguns ácidos graxos poli-insaturados (SAMOCHA et al., 2017).

Neste sentido, as microalgas são bastante utilizadas em cultivos semi-intensivos como fonte de suplementação alimentar com alto valor nutricional, além de apresentar um papel importante na qualidade de água. A utilização de microalgas nos cultivos intensivos também pode trazer benefícios aos animais cultivados. Godoy et al. (2012) observaram que em um cultivo de camarão em biofoco com inoculação de *Thalassiosira weissflogii* e *Chaetoceros mueller* teve um maior desempenho zootécnico, além de melhorar no fator de conversão alimentar quando comparado ao cultivo de biofocos sem adição das microalgas. Marinho et al. (2014; 2016) e Brito et al. (2016) também observaram que as pós-larvas de *L. vannamei* apresentaram maior crescimento no sistema BFT com inoculação de microalga *Navicula* sp. quando comparado com cultivo sem adição da microalga.

Provavelmente os aminoácidos essenciais e ácidos graxos contidos nas microalgas pode enriquecer a composição nutricional do flocos, sendo uma fonte suplementar de extrema importância (JU et al., 2008). A microalga *Navicula* sp. pertencente a divisão das Bacillariophytas quando cultivadas em meio Conway contém 49,4% de proteína bruta, 25,9% de lipídeos e 11,1% de carboidratos, da matéria seca, além ter altas concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (EPA e DHA) (KHATOON et al., 2009). Além de sua importância em termo de aminoácidos e ácidos graxos, as microalgas são capazes de sintetizar e acumular grandes quantidades de omega-3, minerais, antioxidantes e caratenoide (GODOY et al., 2012). Diante do exposto, supõe-se que a diatomácea pode ser uma fonte de alimento para os animais cultivados apresentando um papel significativo na nutrição do camarão marinho no sistema de biofocos.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar o efeito da frequência de inoculação de *Navicula* sp. no desempenho zootécnico de pós-larvas do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos.

Específicos

- Avaliar o efeito da frequência de inoculação da microalga *Navicula* sp. sobre a sobrevivência das pós-larvas em sistema de bioflocos;
- Avaliar o efeito da frequência de inoculação da microalga *Navicula* sp. sobre o consumo alimentar das pós-larvas em sistema de bioflocos;
- Avaliar o efeito da frequência de inoculação da microalga *Navicula* sp. sobre o peso final das pós-larvas em sistema de bioflocos.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Maricultura Sustentável (LAMARSU), no Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq), na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), durante 42 dias, em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos testados foram: cultivo em sistema BFT sem adição de *Navicula* sp. (Controle), e os demais também cultivados em biofloco com adição de *Navicula* sp. nas frequências de inoculação (a cada 5, 10 e 15 dias) nos tratamentos BFT-5, BFT-10 e BFT-15, na concentração de $10 \times 10^4 \text{ cel mL}^{-1}$

Figura 1: Cultivo de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* cultivados em sistema BFT com diferentes periodicidades de inoculação da *Navicula* sp



Preparação do floco

A preparação do biofloco foi realizada 40 dias antes da estocagem dos animais, com uma relação carboidrato:nitrogênio de 12:1. A água do mar utilizada (35 g L^{-1}) foi clorada a 20 mg L^{-1} (13 mg L^{-1} de cloro ativo), em seguida a fertilização foi iniciada com ureia (fonte de nitrogênio inorgânico), superfosfato triplo (fonte de fósforo) e metasilicato de sódio, nas concentrações de 2 mg/L N , $0,1 \text{ mg/L P}$ e 3 mg/L Si , respectivamente. Posteriormente, foi iniciada a fertilização orgânica com melaço de cana de açúcar (fonte de carbono) e ração comercial pulverizada de 40% PB (fonte de nitrogênio).

Camarões

Os animais foram obtidos de uma larvicultura comercial no estágio PL₁₀ com peso médio 2 mg (Figura 2). Foram estocados em caixas retangulares de polietileno de cor preta com volume útil de 50 litros (0,05m³) a uma densidade de 3000 pL's m⁻³, totalizando 150 indivíduos por unidade experimental. Todas as unidades experimentais foram cobertas por telas para conter aerossóis, e mantidas com aeração constante e fotoperíodo de 12h:12h (claro:escuro).

Figura 2: Pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* utilizada no experimento.



Manejo

Durante o experimento, foram realizadas biometrias semanais, para obter os resultados de desenvolvimento zootécnico, e contagem para levantamento do status populacional. Os camarões foram alimentados com ração comercial (45% proteína bruta, 9,5% extrato etéreo, 13% umidade, 9,50% fibra bruta, 4,0% material mineral, 2,0% cálcio, 3,0% de fósforo). A quantidade de ração foi ajustada de acordo Van Wyk (1999), baseado na estimativa de consumo e mortalidades, a uma frequência de fornecimento de quatro vezes ao dia (8h, 11h, 13h e 16h). A fonte de carbono orgânico

(melaço de cana de açúcar) foi adicionada diariamente para manter a relação Carboidrato:Nitrogênio de 12:1 às 10h, baseado na metodologia de Avnimelech (2009). Para manter a alcalinidade $> 150 \text{ mg L}^{-1}$ e $\text{pH} > 7.5$, quando necessário, foi adicionado bicarbonato de sódio (Furtado et al., 2011).

Análise de água

Os parâmetros de qualidade de água, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidade (g L^{-1}), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), total de sólidos totais dissolvidos (mg L^{-1}) e pH, foram mensurados duas vezes ao dia com auxílio de multiparâmetro (YSI model 556, Yellow Springs, Ohio, EUA). Os sólidos sedimentáveis foram analisados com o auxílio de cone Imhoff (AVNIMELECH, 2009), na frequência de duas vezes por semana. Para a manutenção dos valores de sólidos sedimentáveis ($<14 \text{ mL L}^{-1}$) foi utilizado sedimentador, quando necessário. As análises de nitrogênio amoniacal (NAT) (Figura 2) (APHA, 2012), nitrito (N-NO₂) (Figura 3), foram mensurados uma vez por semana, já o nitrato (NO₃) (APHA, 2012) e o ortofosfato (APHA, 2012) foram a cada quinze dias. Para qualidade da água foi utilizado um fotocolorímetro (ALFAKIT- AT100PB). A alcalinidade (CaCO₃) (Figura 4) foi mensurado pelo método de titulometria (APHA, 2012).

Análise do desempenho zootécnico

Ao final do- experimento-todos os camarões foram pesados para avaliar o desempenho zootécnico, onde foi determinado o ganho de biomassa = (biomassa final (g) – biomassa inicial (g)) , taxa de crescimento específico (TCE) = $(\% \text{ dia} = 100 \times (\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}) / \text{tempo de cultivo})$; peso médio final = (biomassa final / número de indivíduos ao final do cultivo), fator de conversão alimentar (FCA) = (quantidade de alimentação ofertada / ganho de biomassa), taxa de eficiência proteica (TEP) = $(\text{ganho de biomassa}) / (\text{Total de proteína ingerida})$, sobrevivência = $(\text{número de indivíduos no final do cultivo} / \text{número de indivíduos no começo do cultivo} \times 100)$ e produtividade = $(\text{biomassa final (kg)} / \text{volume da unidade experimental m}^3)$.

Análise estatística

Os dados amostrados foram previamente analisados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Cochran, respectivamente. Para a análise estatística dos dados normais, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) e quando observada diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$), foi utilizado o teste de comparação de médias de Duncan ($P < 0,05$). Para os dados não normais foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e teste de Dunn ($\alpha < 0,05$). Todos os dados foram analisados através do software ASSISTAT, versão 7.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Durante o experimento os valores médios da temperatura (28,79 °C), oxigênio dissolvido (4,34 mg L⁻¹), pH (7,92) e salinidade (33,04 g L⁻¹) mativeram-se dentro dos valores recomendados para o cultivo de camarão em biofoco (Tabela 1). Segundo Samocha et al. (2017) a temperatura aceitável para o desenvolvimento do camarão deve ser entre 26 a 31°C, o oxigênio dissolvido entre 4 a 8 mg L⁻¹, pH entre 6 a 9 e a salinidade entre 20 a 35 g L⁻¹.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos da água do cultivo de *Litopenaeus vannamei* em diferentes periodicidades de inoculação de *Navicula* sp.

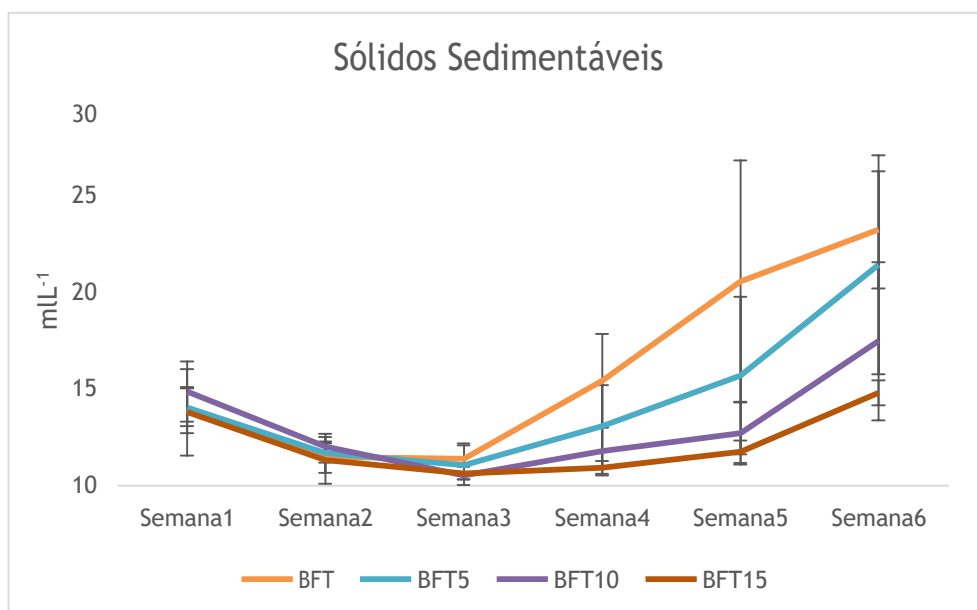
Parâmetros	Tratamento				Faixa ideal (Samocha et al. 2017)	
	BFT	BFT-5	BFT-10	BFT-15		
Temperatura (°C)	Manhã	27,64±0,44	27,58±0,35	27,57±0,43	27,46±0,39	26 a 30
	Tarde	29,95±0,56	29,94±0,67	30,28±0,74	29,93±0,67	
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	Manhã	4,39±0,09	4,38±0,07	4,43±0,12	4,49±0,1	4 a 8
	Tarde	4,26±0,11	4,23±0,12	4,27±0,14	4,30±0,12	
pH	Manhã	7,93±0,12	7,92±0,12	7,94±0,13	7,93±0,12	7 a 9

Tarde	7,92±0,14	7,91±0,13	7,91±0,14	7,93±0,12	
Salinidade (g L ⁻¹)	32,66±0,99	33,83±1,01	32,82±0,88	32,85±1,27	20 a 35
Sólidos suspensos (mg L ⁻¹)	8,71±7,8 ^b	3,45±2,88 ^{ab}	3,27±3,86 ^a	2,69±2,85 ^a	0 a 15
Ortofosfato (mg L ⁻¹)	1,82±1,79	0,83±1,74	1,58±1,82	1,66±1,82	
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	148,3±24,5	146±24,8	143,1±26,4	148,1±28,12	140 a 180

Valores médios e desvios padrões das variáveis aferidas durante 42 dias de experimento.

Em relação a alcalinidade, os valores médios obtidos durante os 42 dias de experimento ficou entre 143,1 a 148,3 mg L⁻¹, segundo Furtado (2015) recomenda valores acima de 75 mg L⁻¹, já Samocha et al.(2017) recomenda valores entra 140 a 180 mg L⁻¹. O ortofosfato ficou com médias entre 0,83 a 1,82, mas não havendo diferença significativa

Figura 3. Variação dos sólidos sedimentáveis do cultivo de camarões em sistema de bioflocos com e sem adição da *Navicula* sp.



Os sólidos sedimentáveis aumentaram nas últimas semanas de cultivo (>15) (Figura 3), assim sendo necessário o uso do sedimentador para controle dos níveis dos sólidos. O tratamento BFT foi o que apresentou os maiores níveis, tendo diferença significativa dos tratamentos BFT-10 e BFT-15. De acordo com Godoy (2008) o material particulado na lâmina d'água provem de organismos vivos, partículas inorgânicas e detritos. Níveis de sólidos superiores a 15 mg L⁻¹ podem ser

extremamente perigosos para juvenis de *L. vannamei* retardando o desempenho zootécnico, podendo ocasionar mortalidade em massa oriundo do entupimento de suas brânquias.

Tabela 2. Quantificação dos compostos nitrogenados encontrados do cultivo de pós-larvas de *L. vannamei* em sistema de biofoco com adição de *Navicula sp.*

Parâmetros	Tratamento				Faixa ideal (Samocha et al. 2017)
	BFT	BFT-5	BFT-10	BFT-15	
NA-T	0,86±0,45 ^a	0,79±0,61 ^a	0,91 ^a	0,88 ^a	< 1
N-NO ₂	0,40±0,56 ^a	0,56±0,69 ^a	0,45±0,42 ^a	0,5±0,42 ^a	<3
N-NO ₃	85,31±41,7 ^a	72,08±36,41 ^a	98,39±60,7 ^a	86,45±59,9 ^a	0 a 400

Os resultados médios do NAT ficaram entre 0,79 a 0,91 não apresentando diferença significativa entre os tratamentos. Samocha et al. (2017) recomenda mantenha valores abaixo de 1 mg L⁻¹, embora o mesmo autor cite que valores acima de 3 mg L⁻¹ em sistema de biofoco os camarões sobrevivam. Já no N-nitrito os resultados médios variaram entre 0,4 a 0,56, não apresentaram diferença significativa entre eles. A toxicidade tanto da amônia quanto do nitrito tem relação direta com o pH, salinidade e temperatura Chien (1992).

O nitrato apresentaram valores médios entre 72,08 a 98,39, estes valores estão dentro da faixa recomendada, onde Kuhn et al. (2010) recomenda concentrações inferiores a 220 mg/L⁻¹. O nitrato tende a se acumular em sistema de biofoco, sendo é um indicador importante no processo de nitrificação do sistema. Diferente da amônia e do nitrito, o nitrato é significativamente menos tóxico aos animais e ao sistema(HARGREAVES, 2006; VAN RIJN et al., 2006).

O desempenho zootécnico das pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* estão registrados na Tabela 3. Observou-se que o peso final nos tratamentos que receberam a adição de *Navicula sp.* apresentaram diferença significativa comparando ao tratamento controle (BFT). Marinho et al. (2014) também encontraram melhores resultados ao

inocular diatomácea (*Navicula* sp.) junto com a oferta de ração, quando comparado com os tratamentos alimentados exclusivamente com ração comercial.

Tabela 3. Desempenho zootécnico de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* em diferentes frequências de inoculação de *Navicula* sp.

Variáveis	Tratamento			
	BFT	BFT 5	BFT 10	BFT 15
Peso Final (mg)	378,59 ± 70,67 ^b	524,74 ± 41,56 ^a	553,97 ± 34,63 ^a	486,4 ± 47,44 ^a
Produtividade (kg/m ³)	1,13 ± 0,066 ^b	1,42 ± 0,070 ^a	1,39 ± 0,095 ^{ab}	1,32 ± 0,07 ^{ab}
FCA	1,49 ± 0,087 ^a	1,33 ± 0,057 ^a	1,38 ± 0,0916 ^a	1,43 ± 0,067 ^a
TCE (%/dia)	12,71 ± 0,141 ^a	13,3 ± 0,122 ^a	13,35 ± 0,293 ^a	13,07 ± 0,197 ^a
Sobrevivência (%)	91,00 ± 0,00 ^a	89 ± 5,5 ^a	84,7 ± 4,9 ^a	90,7 ± 2,85 ^a

Valores médios e desvios padrões das variáveis aferidas no 42º dia de experimento.

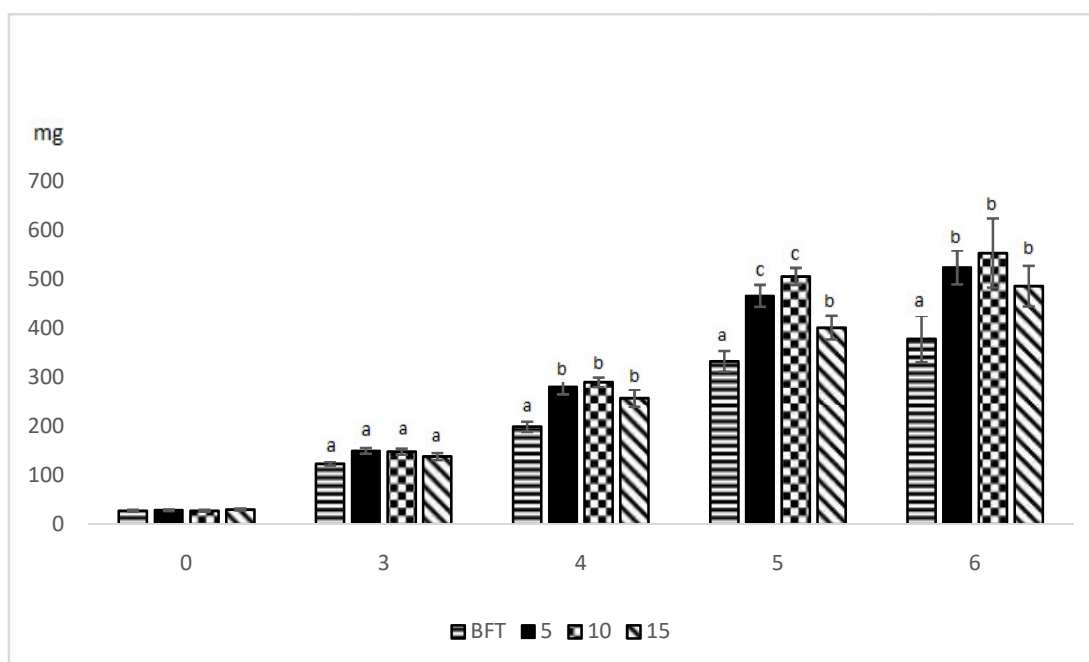
Godoy *et al.* (2012) também verificaram que as microalgas, *Thalassiosira weissflogii* e *Chaetoceros muelleri* teve fator determinante no peso final e o FCA, indicando que o grupo das diatomáceas afeta o desenvolvimento zootécnico dos camarões, assim como no presente estudo. As microalgas podem atuar como fonte suplementar de alimento, pois estas se agregam ao floco, além de apresentarem alto teor de ácidos graxos poli-insaturados (EPA e DHA). Dessa forma, elas melhoram a composição dos flocos, que são pobres nesse aspecto (EMERENCIANO *et al.*, 2012; SAMOCHA *et al.*, 2017).

Para produtividade, o tratamento BFT também apresentou o menor resultado, diferenciando do tratamento BFT 5. Enquanto que os tratamentos BFT 10 e BFT 15 não diferenciaram dos demais. Os resultados podem variar devido a diversos fatores, como por exemplo, tipo sistema de cultivo utilizado, densidade de estocagem, tratamento adequado da água, manejo, alimentação, qualidade da água, biosseguridade, entre outros que são determinantes para uma maior produtividade.

Na terceira semana (21° dia) os pesos foram significativamente iguais em todos os tratamentos, entretanto a partir da quarta semana (28° dia) os tratamentos que tiveram adição da microalga foram superiores comparados ao controle (BFT).

Na quinta semana (35° dia) os tratamentos BFT 5 e o BFT 10 diferenciaram dos demais tratamentos, sendo também observada diferenças entre o BFT 15 e BFT, assim indicando que mesmo com a maior frequência de dias para inoculação de microalgas é possível ter ganho de peso em relação ao controle. No final do experimento não foram observadas diferenças em relação aos tratamentos com adição de microalgas, mas estes foram superiores ao controle.

Figura 4. Peso de *Litopenaeus vannamei* ao longo do experimento com diferentes frequências de inoculações da microalga *Navicula* sp. em sistema de biofoco



Os valores médios do FCA ficaram entre 1,33 a 1,49 (Tabela 2) e não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. O FCA é extremamente importante na base econômica do cultivo, e está diretamente ligado ao consumo de ração do organismo e ao ganho de biomassa, esse custo com ração é em média 60% do custo total de produção (WASIELESKY *et al.* 2006). Marinho *et al.* (2014) encontrou uma diminuição no FCA com adição da *Navicula* sp. diferenciando dos resultados encontrados.

Os resultados médios de sobrevivência ficaram entre 84,7 a 91%, e também não diferiram entre os tratamentos (Tabela 2). As sobrevivências são consideradas boas, quando apresentam índices maiores que 80% (SAMOCHA *et al.*, 2017), Em sistemasintensivo e super-intensivo são relatadas altas taxas de sobrevivência (GODOY *et al.* 2012; BRITO *et al.* 2014, MARINHO *et al.* 2014, MARTINS *et al.* 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O peso final dos tratamentos que tiveram inoculação da microalga *Navicula sp.* foram superiores ao tratamento controle, sendo assim a diatomácea contribui para o ganho de peso dos camarões. Já em relação dos tratamentos BFT 5, BFT 10 e BFT 15 não apresentaram diferença significativa no 42º dia, desta forma pode-se sugerir a frequência de 15 dias devido aos custo de produção de algas.

BIBLIOGRAFIAS

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th ed. American Public Health Association Washington, DC, USA. 2012.

AVNIMELECH, Y. Biofloc technology: A practical guide book. 1 ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2009.

BRITO, L.O.; SANTOS, I.G.S.; ABREU, J.L.; ARAÚJO, M.T.; SEVERI, W.; GÁLVEZ, A.O.; Effect of the addition of diatoms (*Navicula* spp.) and rotifers (*Brachionus plicatilis*) on water quality and growth of the *Litopenaeus vannamei* postlarva e reared in a biofloc system. Aquaculture Research, v. 47, p.3990-3997, 2016.

CHIEN, Y. H. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. J.Wyban, editor. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, World Aquaculture Society, BatonRouge, Louisiana, USA.p. 144-152. 1992.

CRAB, R.; AVNIMELECH. Y.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. Aquaculture, v. 270.p 1–14, 2007.

EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. Aquaculture, v.257, p.346-358, 2006.

EMERENCIANO, M., BALLESTER, E., CAVALLI, R., WASIELESKY, W. 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(3), p. 447-457, 2012.

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA, G.; CUZON, G. Biofloc technology (BFT) a review for aquaculture application and animal food industry. Editor M. D. Matovic. p 301-328, 2013.

FAO. 2018. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. - El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Sofia. 2018, 23 p.

FURTADO, P.S.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. JR. 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, p 130–135, 2011.

FURTADO, P. S.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY, W. J. The effect of different alkalinity levels on *Litopenaeus vannamei* reared with biofloc technology (BFT). *Aquaculture International*. p. 345-358, 2015.

GAMBOA-DELGADO, J., OCA, G. A. R. M., REYES, J. C. R., VILLARREAL-CAVAZOS, D. A., NIETO-LOPEZ, M. E CRUZ-SUAREZ, L. E. Assessment of the relative contribution of dietary nitrogen from fish meal and biofloc meal to the growth of Pacific white shrimp (*Litopenaeu vannamei*). *Aquaculture Research*, 1-10. 2016.

GODOY, L. C. Desempenho do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em meio de diatomáceas ou flocos microbianos com mínima troca de água. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura). Universidade Federal do Rio Grande.p. 66. 2008.

GODOY, L.C.; ODEBRECHT, C.; BALLESTER, E.; MARTINS, T.G.; WASIELESKY, W. Effect of diatom supplementation during the nursery rearing of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in a heterotrophic culture system., v 20, p. 559–569, 2012.

HARGREAVES, J. A. Photosynthetic suspendedgrowth systems in aquaculture. *Aquaculture Engineering*, v.34 p.344–363. 2006.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, v. 44, 2016.

JU, Z.Y.; FORSTER, L.; CONQUEST, L.; DOMINY, W.; KUO, W.C.; HORGAN, F.D. Determination of microbial community structures of shrimp floc cultures by biomarkers and analysis of floc amino acid profiles. *Aquaculture Research*, v. 39, p. 118-133, 2008.

KHATOON, H.; BANERJEE, S.; YUSOFF, F. M.; SHARIFF, M. Evaluation of indigenous marine periphytic *Amphora*, *Navicula* and *Cymbella* grown on substrate as feed supplement in *Penaeus monodon* postlarvae hatchery systems. *Aquaculture Nutrition*, vol. 15, p. 186-193, 2009.

KUHN, D. D., S. A. SMITH, G. D. BOARDMAN, M. W. ANGIER, L. MARSH, AND G. J. JR. FLICK. Chronic toxicity of nitrate to Pacific white shrimp, *Litopenaeus*

vannamei: Impacts on survival, growth, antennae length, and pathology. *Aquaculture* 309: p.109-114.2010.

MARINHO, Y. F.; BRITO, L. O.; SILVA, C. V. F.; SANTOS, I. G. S. E GÁLVEZ, A. O. Effect of addition of *Navicula* sp. on plankton composition and postlarvae growth of *Litopenaeus vannamei* reared in culture tanks with zero water exchange. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v.42, p. 427-437, 2014.

MARTINS, T. G., ODEBRECHT, C., JENSEN, L.V., D'OCA, M. G. M., WASIELESKY, W. Jr. The contribution of diatoms to bioflocs lipid content and the performance of juvenile *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in a BFT culture system. *Aquaculture*. 2014.

OTOSHI C.A.; MOSS D.; MOSS S.M. Growth-enhancing effect of pond water on four size classes of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 42, p. 417–422, 2011.

SAMOCHA, T. M.; PRANGNELL, D. I.; HANSON, T. R.; TREECE, G. D.; MORRIS, T. C.; CASTRO, L. F.; STARESINIC, N.; Design and operation of super-intensive biofloc-dominated systems for indoor production of the Pacific White Shrimp. *Litopenaeus vannamei* – The Texas A&M AgriLife Research Experience. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana USA. 2017.

SILVA, U. L.. Influência do melão no cultivo intensivo do camarão *Litopenaeus vannamei* na fase de berçário sem renovação de água com diferentes relações carbono/nitrogênio. Dissertação, 2008.

VALLE, B. C. S., DANTAS JR., E. M., SILVA, J. F. X., BEZERRA, R. S., CORREIA, E. S., PEIXOTO, S. R. M., SOARES, R. B. Replacement of fishmeal by fish protein hydrolysate and biofloc in the diets of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture Nutrition*, 21, 105-112. 2015.

VAN RIJN, J ,Y TAL & HJ SCHREIER.. Denitrification in recirculating systems: Theory and applications. *Aquacult. Eng.*, v. 34: p.364-376. 2006.

VAN WYK, P. Nutrition and Feeding of *Litopenaeus vannamei* in Intensive Culture Systems. IN: VAN WYK, P.; DAVIS-HODGKINS, M.; LARAMORE, R.; MAIN, K. L.; MOUNTAIN, J.; SCARPA, J. *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee. p. 125-139, 1999.

WASIELESKY, W.W., ATWOOD, H.I., STOKES, A., BROWDY, C.L. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258:396–403. 2006.

XU, W. -J., L. -Q. PAN, D. H. ZHAO, AND J. HUANG. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks, *Aquaculture* 350-353:147-153, 2012.

