

CRIAÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus schmitti* COM DIFERENTES SALINIDADES E NÍVEIS DE PROTEÍNA NA DIETA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS*

Michelle Midori Sena FUGIMURA¹; Helaine dos Reis FLOR¹; Wilson WASIELESKY JR.²;
Lidia Miyako Yoshii OSHIRO³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de níveis de proteína na dieta sobre a qualidade de água, composição dos bioflocos e o desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus schmitti* criado em diferentes salinidades utilizando a tecnologia de bioflocos. Juvenis de *L. schmitti* ($2,43 \pm 0,35$ g) foram mantidos em tanques com 400 L (40 camarões m⁻²) em três salinidades (19, 26 e 33) e alimentados com duas dietas comerciais (30 e 40% de proteína bruta), durante um período de 35 dias. Entre os parâmetros de qualidade de água monitorados, as concentrações de nitrito foram afetadas pela interação dos fatores salinidade e nível proteico da dieta, e pela salinidade, isoladamente ($P < 0,05$). O desempenho zootécnico dos camarões foi afetado apenas pelos fatores, salinidade e proteína da dieta, isoladamente ($P < 0,05$). Quanto à proteína da dieta, a eficiência proteica indicou que os camarões utilizaram melhor este nutriente quando foram alimentados com a ração contendo teor proteico de 30% ($2,23 \pm 0,31$) em relação a de 40% ($1,87 \pm 0,16$) ($P < 0,05$). Com relação à salinidade, a sobrevivência dos camarões apresentou valor mais elevado na maior salinidade ($P < 0,05$). Contudo, os resultados demonstram que a composição microbiológica dos bioflocos foi afetada pelos fatores avaliados e a criação de *L. schmitti* com a tecnologia de bioflocos, em qualquer uma das salinidades utilizadas, pode ser realizada com o fornecimento de dieta com o menor nível proteico, para obtenção de melhor desempenho produtivo da espécie.

Palavras chave: camarão branco; sistema sem troca de água; agregado microbiano

FARMING OF SHRIMP *Litopenaeus schmitti* WITH DIFFERENT SALINITIES AND DIETARY PROTEIN LEVELS IN BIOFLOCS SYSTEM

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of protein levels in the diet, water quality, bioflocs composition and shrimp development of *Litopenaeus schmitti* reared in different salinities using bioflocs technology (BFT). Juveniles *L. schmitti* (2.43 ± 0.35 g) were kept in tanks with 400 L (40 shrimps m⁻²) in three salinities (19, 26 and 33) and fed two commercial diets (30 and 40% crude protein) during a period of 35 days. Among the water quality parameters monitored, concentrations of nitrite were affected by the interaction of factors protein levels in the diet and salinity and by salinity alone ($P < 0.05$). The shrimps development was affected by factors, salinity and protein level of the diet alone ($P < 0.05$). As for dietary protein, the protein efficiency indicated that shrimps used better this nutrient, when they were fed the diet containing 30% protein content (2.23 ± 0.31) compared to 40% (1.87 ± 0.16) ($P < 0.05$). With respect to salinity, the survival of shrimps presented higher value in the superior salinity ($P < 0.05$). Therefore, results showed that the microbiological composition of bioflocs was affected by factors evaluated and the farming of shrimp *L. schmitti* with the bioflocs technology, in any one of salinities used, can be performed with supply the diet with the lowest tested level of protein to obtain better productive performance of the specie.

Keywords: white shrimp; zero-water-exchange system; microbial aggregate

Artigo Científico: Recebido em 20/01/2015 – Aprovado em 09/09/2015

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia PPGZ. e-mail: michellefugimura@yahoo.com.br (autora correspondente); helaineFlor@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Rio Grande (FURG,) Instituto de Oceanografia, Estação Marinha de Aquicultura. Rua do Hotel, 2 – Cassino – CEP: 96201-900 – Rio Grande – RS – Brasil. email: manow@mikrus.com.br

³ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal. Rod. BR 465, km 7 – CEP: 23851-970 – Seropédica – RJ – Brasil. e-mail: lidiaoshiro_ufrj@yahoo.com.br

* Apoio financeiro: FAPERJ.

INTRODUÇÃO

A redução dos níveis de proteína das dietas formuladas e utilizadas na aquicultura apresenta vantagens econômicas e ambientais, principalmente pela diminuição do uso de farinha de peixe, considerada uma fonte proteica de disponibilidade limitada e elevado custo (HARDY, 2010), e por permitir a redução do acúmulo de componentes nitrogenados no ambiente de produção (MARTINEZ-CORDOVA *et al.*, 2003; PEREZ-VELAZQUEZ *et al.*, 2008; SALZE *et al.*, 2010). Dentro desse contexto, a tecnologia de bioflocos (BFT) surgiu como uma possível alternativa para reduzir os níveis de proteína da dieta em função da disponibilidade de uma fonte proteica adicional representada pelos agregados microbianos. Estes agregados podem ser consumidos pelos organismos criados, proporcionando maior eficiência proteica dos camarões pelo reaproveitamento do nitrogênio inorgânico em proteína microbiana (BURFORD *et al.*, 2004; SAMOCHA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2013).

A exigência proteica dos camarões peneídeos pode variar de acordo com diversos fatores bióticos, como a espécie criada, o estágio de vida e estado fisiológico; e com fatores abióticos, tais como a salinidade, que incrementa o gasto energético dos animais devido à osmorregulação (ROSAS *et al.*, 1997; SETIARTO *et al.*, 2004; PEREZ-VELAZQUEZ *et al.*, 2007), além da influência das fontes de energia utilizadas por estes animais, as quais consistem nos nutrientes, proteína, carboidrato e lipídio, obtidas pela dieta (AKIYAMA, 1992; ROMANO e ZENG, 2012). Existem evidências que indicam que os camarões marinhos criados em baixa salinidade tendem a utilizar a proteína, em detrimento dos demais nutrientes, como fonte energética (LEI *et al.*, 1989; SHIAU *et al.*, 1991). Entretanto, ROMANO e ZENG (2012) sugerem que a manipulação da dieta possui o potencial de melhorar a habilidade osmorregulatória de crustáceos decápodos em condições osmoticamente estressantes, permitindo o aumento da produtividade dos organismos aquáticos produzidos. Então, estima-se que a suplementação alimentar com os bioflocos, que são fontes adicionais consideradas de alto valor nutricional (WASIELESKY *et al.*, 2006; KUHN *et al.*, 2009), capazes de aumentar a imunidade

(DE SCHRYVER *et al.*, 2008; XU e PAN, 2013) e a eficiência digestiva dos camarões (MOSS *et al.*, 2001; XU *et al.*, 2012), poderiam auxiliar a minimizar o efeito do estresse osmótico na criação de organismos aquáticos.

O estabelecimento dos níveis ótimos de salinidade é um ponto importante para o sucesso da produção de camarões, por afetar o crescimento e a sobrevivência dos organismos aquáticos (PONCE-PALAFIX *et al.*, 1997; ROSAS *et al.*, 1997; BRITO *et al.*, 2000), sendo esta característica espécie-específica (SHIAU *et al.*, 1991; LIGNOT *et al.*, 1999; BRITO *et al.*, 2000).

O camarão *Litopenaeus schmitti* é uma espécie considerada eurialina (ROSAS *et al.*, 1997), que ocorre no Atlântico Ocidental, desde as Antilhas ao Brasil, mais especificamente até o estado do Rio Grande do Sul (PÉREZ FARFANTE e KENSLEY, 1997). Essa espécie de camarão possui alto valor comercial (BARROS *et al.*, 2014), sendo suas populações naturais na costa brasileira afetadas pela intensa exploração pesqueira. O estabelecimento da produção comercial de *L. schmitti* se torna interessante tanto do ponto de vista econômico como ecológico, pois possibilitará a diversidade da fonte do recurso pesqueiro na carcinicultura brasileira, utilizando uma espécie nativa. As informações sobre a possibilidade de criação em sistema BFT de *L. schmitti*, ainda são limitadas.

A produção em sistema BFT com baixa salinidade tem demonstrado ser uma opção viável para espécies eurialinas, como o camarão *Litopenaeus vannamei* (DECAMP *et al.*, 2003; MAICA *et al.*, 2012). A possibilidade de produção em baixas salinidades representa um benefício econômico, devido à utilização de áreas afastadas de regiões costeiras, que sofrem menos com a especulação imobiliária e a poluição.

Portanto, o objetivo do trabalho foi verificar o efeito dos níveis de proteína na dieta sobre a qualidade de água, composição dos bioflocos e o desempenho zootécnico de juvenis *L. schmitti* criados em diferentes salinidades utilizando a tecnologia de bioflocos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado durante 35 dias na Estação de Biologia Marinha (Universidade

Federal Rural do Rio de Janeiro), localizada em Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil (22°55'45.42"S e 43°54'25.13"W).

Juvenis de *L. schmitti* selvagens foram capturados na Baía de Sepetiba, Itaguaí, Rio de Janeiro, e permaneceram em tanques, em sistema de água clara e com renovação de água, por um período de aclimação de 10 dias. A aclimação dos camarões da salinidade 33 para as salinidades 26 e 19 foi realizada gradativamente reduzindo-se três níveis de salinidade, a cada 24 h. Após atingir a salinidade desejada, os camarões permaneceram por mais cinco dias nas salinidades experimentais. Concluída a aclimação, com 90% de sobrevivência dos camarões, os animais, com peso inicial médio de $2,43 \pm 0,35$ g, foram estocados em uma densidade de 40 camarões m⁻².

As unidades experimentais consistiram de tanques circulares de polietileno de 0,71 m² (área de fundo) e volume útil de 400 L. A água do mar captada passou por filtros mecânico e biológico, radiação ultravioleta e, após o abastecimento nas unidades experimentais, foi clorada (10 ppm) por 24 h e declorada com ácido ascórbico (1 ppm). A água com as diferentes salinidades foi obtida pela mistura de água do mar (salinidade 33) e água doce, fornecida pela companhia estadual de abastecimento, declorada conforme procedimento supramencionado no tratamento da água do mar. Não houve renovação de água durante o período de estudo; somente realizou-se a adição de água doce declorada (1 ppm de ácido ascórbico) nas unidades experimentais quando necessário, para a reposição das perdas por evaporação, mantendo, assim, as salinidades desejadas e o nível de água.

Para a avaliação do efeito da redução de proteína na dieta em diferentes salinidades, utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial 3x2. Os tratamentos consistiram em criação com bioflocos de *L. schmitti*: (1) **S19R30**, com salinidade 19 e alimentados com ração contendo 30% de proteína bruta (PB); (2) **S19R40**, salinidade 19 e ração contendo 40% PB; (3) **S26R30**, salinidade 26 e ração contendo 30% PB; (4) **S26R40**, salinidade 26 e ração contendo 40% PB; (5) **S33R30**, salinidade 33 e ração contendo 30% PB; (6) **S33R40**, salinidade 33 e ração contendo 40% PB, com três repetições para cada tratamento, totalizando 18 unidades experimentais.

Durante o período experimental, as dietas comerciais foram fornecidas duas vezes ao dia (08:00 h e 17:00 h) em bandejas teladas, em quantidade diária correspondente a 4,5 a 2,5% da biomassa de cada unidade experimental. O ajuste da ração foi feito com base na observação diária do consumo alimentar, por meio da sobra de alimento nas bandejas, e na biometria dos camarões realizada no 15º dia de estudo.

Com o intuito de acelerar a formação dos bioflocos, foram inoculados 20 L de água proveniente de uma criação anterior de *L. schmitti* em sistema BFT (com salinidade 33 e duração de 60 dias) em cada unidade experimental, correspondendo, assim, a 5% do volume total de água utilizado nos tanques (KRUMMENAUER *et al.*, 2012). A partir do inóculo, a indução para o incremento do volume dos bioflocos começou no mesmo dia em que os camarões foram distribuídos em suas respectivas unidades experimentais, e consistiu na adição de duas fontes de carbono orgânico, o melaço de cana-de-açúcar e farelo de trigo, durante os três primeiros dias de estudo.

Os teores de carbono e nitrogênio presentes no melaço de cana-de-açúcar, farelo de trigo e ração foram obtidos através da análise de espectrometria de massa (aparelho CHN), para permitir o cálculo da fertilização orgânica durante o período de estudo. A quantidade necessária dos fertilizantes orgânicos foi calculada com base nos teores de carbono e nitrogênio introduzidos no sistema através da ração, do melaço e farelo de trigo, buscando atingir uma relação de C:N de 15:1. O farelo de trigo foi adicionado em quantidade equivalente a 5% do melaço, com a finalidade de fornecer substrato aos microorganismos. Além do farelo de trigo, foram ainda inoculadas microalgas *Tetraselmis chuii* em densidade de 3×10^4 células mL⁻¹.

Após a indução inicial de formação dos bioflocos, a fertilização orgânica foi realizada com base no controle das concentrações de amônia total. Quando verificados níveis ≥ 1 mg L⁻¹, foi adicionado melaço de cana-de-açúcar, considerando que 6 g de carbono são necessários para converter 1 g de amônia total em biomassa bacteriana (AVNIMELECH, 1999).

O monitoramento da qualidade de água foi realizado diariamente, às 08:00 h e 15:00 h, por

meio da coleta de dados de temperatura, oxigênio dissolvido e pH (YSI modelo Proplus). A salinidade foi verificada com auxílio de um salinômetro a cada dois dias. Além disso, amostras de água da criação foram coletadas a cada dois dias para análise da amônia total (KOROLEFF e PALMORK, 1972), duas vezes por semana para análise de nitrito (AMINOT e CHAUSSEPIED, 1983) e uma vez por semana para alcalinidade (APHA, 1998). O volume de bioflocos foi mensurado duas vezes por semana, por meio da leitura do volume (mL L⁻¹) em 1 L de água coletada de cada unidade experimental, com o cone graduado Imhoff, após 20 min de sedimentação.

Amostras de 100 mL de água das unidades experimentais foram coletadas no 7º e 35º dia, e fixadas com solução de formaldeído a 4%. A análise preliminar da composição dos microorganismos dos bioflocos consistiu na tomada de três sub-amostras de 0,05 mL e observações de cinco campos em cada uma das sub-amostras. Adicionou-se lugol (2%) nas amostras para facilitar a visualização dos microorganismos. A identificação e contagem do zooplâncton foram realizadas com 400 e 100x de aumento total, respectivamente, em microscópio óptico (CH30, Olympus). A contagem das microalgas foi feita através de quatro sub-amostras em câmara de Neubauer (aumento total de 400x). Os microorganismos foram identificados ao menor nível de táxon possível, com o auxílio de chaves de identificação (GRIFFITH, 1967; NEEDHAM, 1973; PALMER, 1977).

Ao final do estudo, em cada unidade experimental, os bioflocos de cada tratamento foram coletados separadamente para a análise de composição centesimal. A coleta foi realizada por meio da filtração de todo volume de água (malha de 100 µm), sendo o material coletado lavado em água doce e seco em estufa a 60 °C até atingir peso constante.

Posteriormente, foram verificados os níveis de proteína bruta, lipídio bruto, cinzas e umidade (FOLCH *et al.*, 1957; AOAC, 2000).

Também no final do estudo, os camarões de cada unidade experimental foram contados e pesados individualmente em balança de precisão (0,01 g). A avaliação do desempenho zootécnico foi realizada por meio dos índices: peso final, taxa

de crescimento específico, conversão alimentar aparente, eficiência proteica e sobrevivência dos camarões de cada tratamento. Os cálculos dos índices foram realizados de acordo com as fórmulas:

- Taxa de Crescimento Específico (TCE; % dia⁻¹) = [(média de peso final - média de peso inicial) x 100]/dias de experimento;

- Conversão Alimentar Aparente (CAA) = quantidade de ração fornecida (g)/ganho de biomassa (g);

- Eficiência Proteica (EF) = ganho de peso/quantidade de proteína consumida;

- Sobrevivência (S; %) = (número final de animais/número inicial de animais) x 100.

Os índices zootécnicos, dados de qualidade de água, valores de composição centesimal dos bioflocos, e a densidade de microorganismos foram analisados a fim de verificar se atendiam as premissas da Análise de Variância (ANOVA), a homogeneidade e normalidade, através dos testes de Cochran e Shapiro-Wilk, respectivamente. Posteriormente, os índices zootécnicos e dados de qualidade de água foram submetidos à Análise de Variância bi-fatorial (ANOVA). As densidades de microorganismos nos dias de amostragem durante o estudo foram submetidas à Análise de Variância com medidas repetidas bi-fatorial. As diferenças entre as médias dos tratamentos foram identificadas através do teste de Tukey, e consideradas significativas em nível de 5% de probabilidade. Os dados de sobrevivência e taxa de crescimento específico foram transformados em arco seno da raiz quadrada para serem analisados (ZAR, 1996), porém, somente os valores originais são apresentados. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Statistica 7.0.

RESULTADOS

As concentrações de oxigênio dissolvido, amônia total e nitrito apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$), em relação à interação dos fatores salinidade e nível proteico da dieta (Tabela 1). Já o nitrito foi o único parâmetro influenciado apenas pelo fator salinidade isoladamente. A concentração média superior de nitrito foi verificada no tratamento com menor salinidade (S19R40), enquanto as

inferiores ocorreram em ambos os tratamentos com salinidade 33 (S33R30 e S33R40).

O volume de bioflocos variou de $12,0 \pm 10,5$ mL L⁻¹ (mínimo) a $47,0 \pm 35,1$ mL L⁻¹ (máximo) nos

tratamentos S33R40 e S19R30, respectivamente. Entretanto, esta variável não apresentou diferença significativa entre os tratamentos durante o período de estudo ($P > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis de qualidade de água (média \pm desvio padrão) monitorados em sistema BFT de *Litopenaeus schmitti* em diferentes salinidades e alimentados com dietas contendo dois níveis de proteína durante 35 dias de estudo.

Variáveis	Tratamentos					
	Salinidade 19		Salinidade 26		Salinidade 33	
	Ração 30% PB	Ração 40% PB	Ração 30% PB	Ração 40% PB	Ração 30% PB	Ração 40% PB
Temperatura (°C)	26,93 \pm 1,33	27,51 \pm 0,90	27,35 \pm 1,23	27,46 \pm 1,09	27,25 \pm 1,14	26,36 \pm 0,91
OD (mg L ⁻¹)	6,17 \pm 0,21 ^A	6,37 \pm 0,48 ^{AB}	6,62 \pm 0,14 ^B	6,30 \pm 0,13 ^A	6,30 \pm 0,28 ^A	6,56 \pm 0,10 ^B
pH	8,23 \pm 0,13	8,26 \pm 0,24	8,31 \pm 0,19	8,20 \pm 0,29	8,16 \pm 0,32	8,20 \pm 0,07
Alcalinidade (CaCO ₃ mgL ⁻¹)	125,55 \pm 15,00	127,30 \pm 19,00	127,90 \pm 15,00	126,80 \pm 26,00	131,45 \pm 21,00	134,74 \pm 29,00
Amônia total (mg L ⁻¹)	0,02 \pm 0,0 ^A	0,04 \pm 0,10 ^{AB}	0,04 \pm 0,10 ^{AB}	0,03 \pm 0,00 ^{AB}	0,04 \pm 0,10 ^{AB}	0,05 \pm 0,10 ^B
Nitrito (mg L ⁻¹)	1,37 \pm 0,5 ^{abA}	1,87 \pm 0,40 ^{ba}	1,17 \pm 0,10 ^{abB}	1,05 \pm 0,30 ^{abB}	0,70 \pm 0,10 ^{aC}	0,88 \pm 0,30 ^{Ac}
VB (mL L ⁻¹)	47,0 \pm 35,1	29,0 \pm 36,1	18,0 \pm 20,3	32,0 \pm 36,7	32,0 \pm 46,1	12,0 \pm 10,5

PB: proteína bruta; OD: oxigênio dissolvido; VB: volume de bioflocos. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) quanto ao fator salinidade e letras maiúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) quanto à interação dos fatores níveis de proteína e salinidade.

A composição centesimal dos bioflocos apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos conforme pode ser observado na Tabela 2. Os maiores níveis de proteína e de lipídios foram observados nos tratamentos com salinidade 19, tendendo, nos demais tratamentos, a uma redução nos níveis de proteína com o aumento da salinidade. Relação inversa ocorreu quanto aos níveis de cinzas, para os quais a concentração superior foi registrada nos tratamentos com salinidade 33, e a inferior, nos tratamentos com salinidade 19. Quanto aos teores de proteína da dieta, o lipídio e a umidade apresentaram maiores valores nos bioflocos formados nas unidades experimentais com adição de ração contendo 40% de proteína. Já os teores de cinzas foram superiores nos bioflocos dos tratamentos com adição de ração com 30%.

Através da análise de composição microbiológica dos bioflocos, diversos grupos de

microorganismos foram identificados (Tabela 3). A composição e a densidade de organismos presentes nos bioflocos variaram entre os tratamentos. Quanto aos microorganismos autotróficos, as diatomáceas (*Navicula* sp. e *Nitzschia* sp.), as clorófitas (*T. chuii*, *Pyramimonas* sp. e *Chlorella* sp.) e as cianobactérias (*Lyngbya* sp.; *Phormidium* sp. e *Oscillatoria* sp.) foram os principais grupos encontrados nos bioflocos nos diferentes tratamentos. Já entre os organismos heterotróficos, os protozoários (*Acineta* sp., *Euplotes* sp., *Diophrys* sp. e *Vorticella* sp.), nematódeos, rotíferos e crustáceos (Copepoda) foram os principais grupos encontrados. Foram observadas diferenças significativas apenas para a densidade de microorganismos dentro dos diferentes grupos identificados na formação dos bioflocos ($P < 0,05$), sendo, entre estes, a densidade inferior para crustáceos e superior para as cianobactérias e clorófitas, em relação aos demais grupos.

Tabela 2. Composição centesimal dos bioflocos produzidos no sistema BFT de *Litopenaeus schmitti* em diferentes salinidades e alimentados com dietas contendo dois níveis de proteína ao final de 35 dias de estudo.

Tratamentos	Composição centesimal (%)			
	Proteína bruta	Lipídio bruto	Cinzas	Umidade
S19R30	24,07 ^{aB}	2,47 ^{aB}	39,63 ^{cA}	10,37 ^A
S19R40	24,44 ^{aA}	5,38 ^{aA}	37,82 ^{cB}	9,10 ^B
S26R30	17,76 ^{bB}	2,57 ^{bA}	42,05 ^{bB}	8,87 ^B
S26R40	20,47 ^{bA}	1,93 ^{bB}	45,72 ^{bA}	10,42 ^A
S33R30	15,69 ^{cB}	1,59 ^{cA}	61,73 ^{aA}	8,28 ^B
S33R40	16,28 ^{cA}	0,97 ^{cB}	42,55 ^{aB}	10,51 ^A

S19R30: sistema BFT com salinidade 19 e fornecimento de ração com 30% de proteína bruta (PB); S19R40: salinidade 19 e ração com 40% PB; S26R30: salinidade 26 e ração com 30% PB; S26R40: salinidade 26 e ração com 40% PB; S33R30: salinidade 33 e ração com 30% PB; S33R40: salinidade 33 e ração com 40% PB. Letras minúsculas na mesma coluna indicam diferenças significativas em relação à salinidade e as maiúsculas, em relação à proteína da dieta ($P < 0,05$).

Tabela 3. Composição e densidade (média \pm desvio padrão) dos microorganismos dos bioflocos presentes no sistema BFT de *Litopenaeus schmitti* em diferentes salinidades e alimentados com dietas contendo dois níveis de proteína coletados aos 7^o e 35^o dia de estudo.

Táxon	S19R30	S19R40	S26R30	S26R40	S33R30	S33R40
Diatomácea (10^3 céls mL⁻¹)^b						
<i>Nitzschia</i> sp.	A	A	A	A	A	0,10 \pm 0,01
<i>Navicula</i> sp.	1,35 \pm 0,00	0,21 \pm 0,01	0,52 \pm 0,40	0,38 \pm 0,02	0,52 \pm 0,01	0,62 \pm 0,00
Clorofíceas (10^3 céls mL⁻¹)^a						
<i>Tetraselmis chunii</i>	3,96 \pm 2,40	4,59 \pm 2,11	3,54 \pm 0,23	5,49 \pm 1,90	13,44 \pm 11,01	16,18 \pm 13,22
<i>Pyramimonas</i> sp.	A	14,79 \pm 0,10	A	A	A	A
<i>Chlorella</i> sp.	1,56 \pm 0,02	3,02 \pm 1,31	0,83 \pm 0,04	0,83 \pm 1,32	0,73 \pm 0,74	0,66 \pm 0,61
Cianobactéria (10^3 céls mL⁻¹)^a						
<i>Lyngbya</i> sp.	1,98 \pm 1,00	9,18 \pm 3,31	2,19 \pm 1,34	2,12 \pm 1,40	49,27 \pm 9,91	58,54 \pm 81,42
<i>Phormidium</i> sp.	A	A	0,10 \pm 0,02	0,21 \pm 0,01	A	A
<i>Oscillatoria</i> sp.	A	0,73 \pm 0,01	A	0,21 \pm 0,03	A	A
Protozoário (org mL⁻¹)^b	126,44 \pm 0,34	174,00 \pm 2,81	115,78 \pm 52,50	130,78 \pm 23,71	148,67 \pm 1,60	166,44 \pm 12,23
Rotífero (org mL⁻¹)^b	28,67 \pm 12,82	12,78 \pm 12,31	41,67 \pm 11,60	18,78 \pm 6,10	80,00 \pm 55,91	44,44 \pm 23,82
Nematódeo (org mL⁻¹)^b	14,89 \pm 16,70	13,33 \pm 15,32	15,78 \pm 8,01	9,17 \pm 1,63	16,22 \pm 5,94	18,23 \pm 15,11
Crustáceo (org mL⁻¹)^b	A	0,67 \pm 0,02	A	0,84 \pm 0,01	4	2,89 \pm 0,03

A: ausente. S19R30: sistema BFT com salinidade 19 e fornecimento de ração com 30% de proteína bruta (PB); S19R40: salinidade 19 e ração com 40% PB; S26R30: salinidade 26 e ração com 30% PB; S26R40: salinidade 26 e ração com 40% PB; S33R30: salinidade 33 e ração com 30% PB; S33R40: salinidade 33 e ração com 40% PB. Táxons seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação a densidade de microorganismos dentro dos diferentes grupos identificados na constituição dos bioflocos.

Quanto ao desempenho zootécnico dos juvenis de *L. schmitti*, o efeito de interação entre salinidade e nível de proteína da dieta não foi significativo ($P > 0,05$) (Tabela 4). A eficiência

proteica foi o único parâmetro que apresentou diferença significativa em relação aos níveis de proteína, apresentando o melhor resultado com a utilização de rações contendo 30% PB ($P < 0,05$).

Em relação à salinidade, este parâmetro afetou somente a sobrevivência ($P < 0,05$), que foi superior nos tratamentos com salinidade 33 e inferior nos

tratamentos com salinidade 19. Porém, a sobrevivência foi elevada e acima de 80% em todos os tratamentos.

Tabela 4. Índices zootécnicos (média \pm desvio padrão) de *Litopenaeus schmitti* (peso inicial médio de $2,43 \pm 0,35$ g) criados em sistema BFT em diferentes salinidades e alimentados com dietas contendo dois níveis de proteína bruta ao final de 35 dias de estudo.

Índices zootécnicos	Salinidade 19		Salinidade 26		Salinidade 33	
	Ração 30% PB	Ração 40% PB	Ração 30% PB	Ração 40% PB	Ração 30% PB	Ração 40% PB
Peso final (g)	3,12 \pm 0,50	3,34 \pm 0,21	3,29 \pm 0,60	3,75 \pm 0,43	3,34 \pm 0,41	3,67 \pm 0,44
TCE (% dia ⁻¹)	1,92 \pm 1,94	2,98 \pm 0,57	2,30 \pm 1,22	3,69 \pm 1,44	2,18 \pm 0,46	3,33 \pm 0,99
Eficiência proteica	2,09 \pm 0,48 ^a	1,81 \pm 0,08 ^b	2,28 \pm 0,22 ^a	1,89 \pm 0,20 ^b	2,33 \pm 0,09 ^a	1,91 \pm 0,23 ^b
CAA	1,65 \pm 0,35	1,38 \pm 0,06	1,48 \pm 0,20	1,33 \pm 0,15	1,43 \pm 0,06	1,32 \pm 0,15
Sobrevivência (%)	84,00 \pm 7,18 ^B	92,00 \pm 1,99 ^B	94,00 \pm 5,27 ^{AB}	92,00 \pm 5,27 ^{AB}	98,00 \pm 1,99 ^A	95,00 \pm 3,98 ^A

PB: proteína bruta; TCE: taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente. Letras minúsculas e maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos em relação à proteína da dieta e à salinidade, respectivamente.

DISCUSSÃO

As variáveis de qualidade de água monitoradas ao longo do estudo permaneceram dentro dos níveis considerados adequados para a criação de camarões peneídeos (VAN WYK e SCARPA, 1999; LIN e CHEN, 2001; GIROTTO, 2010). LIN e CHEN (2003), estudando *L. vannamei*, e BARBIERI (2010), em estudo com *L. schmitti*, observaram que os juvenis se tornaram menos tolerantes à amônia em condição hipo-osmótica. Neste contexto, as concentrações de amônia em todos os tratamentos ao longo do presente estudo apresentaram-se abaixo dos níveis considerados seguros por GIROTTO (2010), que determinou o nível de segurança de amônia total como sendo de $0,24 \text{ mg L}^{-1}$ em salinidade 20 para o camarão *L. schmitti*.

Semelhante ao observado por PEREZ-VELAZQUEZ *et al.* (2007) para o camarão *L. vannamei*, no presente estudo a salinidade afetou a concentração de nitrito na criação de *L. schmitti*. Entretanto, ao contrário desses autores e de MAICA *et al.* (2012), a concentração mais elevada de nitrito ocorreu nos tratamentos com a menor salinidade no sistema BFT de *L. schmitti*. De acordo com MAICA *et al.* (2012), a concentração superior de nitrito no sistema de bioflocos de *L. vannamei*, encontrada na maior salinidade utilizada pelos autores, sugeriu a ocorrência mais intensa de nitrificação nesta.

A metodologia da reutilização de água proveniente de uma criação de *L. schmitti* em sistema BFT como inóculo possivelmente contribuiu para a melhoria da qualidade de água neste experimento, concordando com KRUMMENAUER *et al.* (2012). Segundo os autores, o uso de um inóculo com volume mínimo de 2,5% permite controlar as concentrações de amônia e nitrito, comparado com sistemas sem adição de inóculo. No presente estudo, as concentrações dos compostos nitrogenados inorgânicos permaneceram dentro dos níveis adequados durante todo período, demonstrando a eficiência dos processos de assimilação por bactérias e organismos autotróficos, e de nitrificação pelas bactérias nitrificantes no sistema de bioflocos (AVNIMELECH, 1999; KHATOON *et al.*, 2007).

DECAMP *et al.* (2003) relataram o efeito de diferentes salinidades sobre a abundância e ocorrência de rotíferos e protozoários ciliados em sistema BFT de *L. vannamei*, no qual as maiores abundâncias ocorreram na salinidade 18 e 36, respectivamente. No presente estudo, alterações nas densidades de microorganismos foram observadas entre as três salinidades avaliadas no sistema BFT de *L. schmitti*, no qual a maior abundância de organismos heterotróficos ocorreu na salinidade 33 ($480,89 \text{ org mL}^{-1}$).

Em relação aos organismos autotróficos, JU *et al.* (2008) também encontraram variações nas abundâncias de grupos de microalgas, com elevada quantidade de clorófitas na formação dos bioflocos na criação com a menor salinidade (5) e de diatomáceas na maior salinidade (32) avaliada. Entretanto, no presente estudo, as diatomáceas apresentaram maiores densidades na salinidade 19 ($1,56 \times 10^3$ céls mL⁻¹), enquanto as cianobactérias ($107,81 \times 10^3$ céls mL⁻¹) e clorófitas ($31,01 \times 10^3$ céls mL⁻¹) foram superiores na salinidade 33.

Variáveis no ambiente de criação, como intensidade luminosa e disponibilidade de espaço e de nutrientes, além da competição natural entre comunidades de diferentes espécies, podem afetar a produtividade primária, favorecendo a predominância de determinados grupos de microorganismos mais adaptados às condições ambientais existentes (IRIGOIEN e CASTEL, 1997; NETO *et al.*, 2008). Desta forma, a maior densidade de determinados microorganismos dentro e entre os grupos de heterotróficos e autotróficos nas diferentes salinidades neste estudo pode estar associada à metodologia utilizada, mais especificamente, ao processo de adaptação dos microorganismos presentes nos bioflocos da água reutilizada, proveniente de um sistema BFT em salinidade 33, a novas condições (salinidades 19 e 26).

Ao contrário do presente estudo, XU *et al.* (2012) observaram tendência de diminuição da proteína dos bioflocos com o aumento do nível de proteína da dieta, com variação de 25,61% para dieta com 35% de proteína bruta e 31,14% para dieta com 20%. Já para os níveis de cinzas e lipídios, esses autores encontraram padrão inverso, com os teores aumentando nos agregados microbianos à medida que se utilizou dieta com maior teor de proteína, discordando também dos resultados do presente estudo, uma vez que se observou tendência de níveis superiores de lipídios e cinzas nos bioflocos formados nos tratamentos em que se forneceu a ração com menor teor de proteína bruta (30%), com exceção para os lipídios e cinzas nas salinidade 19 e 26, respectivamente.

Quanto à salinidade, a mesma tendência de aumento dos níveis de proteína e de lipídio dos bioflocos, à medida que a salinidade utilizada foi

reduzida, e o padrão inverso para os teores de cinzas observado no presente estudo, foram encontrados por MAICA *et al.* (2012) em sistema BFT de *L. vannamei*. Os teores mais elevados de proteína e de lipídios dos bioflocos formados nos tratamentos com salinidade 19 podem estar relacionados à dominância de diferentes grupos de microorganismos, assim como observado por JU *et al.* (2008). Esses autores encontraram a mesma relação observada no presente estudo, e atribuíram as diferenças entre os níveis dos nutrientes nos bioflocos com a abundância de clorófitas na salinidade baixa e de bactérias em salinidade mais elevada.

Ao contrário de McINTOSH *et al.* (2001), que relataram melhor crescimento de *L. vannamei* criados em sistema BFT quando alimentados com dieta comercial contendo 31% de proteína bruta comparado à dieta com 21%, no presente estudo, não foram encontradas diferenças no crescimento dos animais quando alimentados com dietas contendo teores de 30 e 40% de proteína bruta. Resultados semelhantes foram apresentados por XU *et al.* (2012).

Apesar da conversão alimentar aparente de *L. schmitti* produzido em sistema BFT não ter apresentado diferença significativa entre os tratamentos, os melhores resultados de eficiência proteica foram observados para os camarões alimentados com a dieta contendo menor nível do nutriente (30% PB), independente da salinidade. Isso pode indicar que o uso de rações com menor nível de proteína seja mais eficiente na criação de camarões *L. schmitti* em sistema BFT.

O requerimento proteico pode sofrer alterações de acordo com as características do sistema de produção estabelecido. Desta forma, no sistema BFT, os agregados microbianos funcionam como uma fonte extra de proteína (MOSS *et al.*, 2006; JU *et al.*, 2008) e podem suprir parte das exigências nutricionais do camarão, permitindo a utilização de dietas com menores níveis de proteína (SAMOCHA *et al.*, 2004; XU *et al.*, 2012). Assim como observado para outras espécies de camarões peneideos, *L. schmitti* parece ter se beneficiado com o consumo dos bioflocos formados no sistema BFT, pelo fato dos níveis de proteína da dieta não terem afetado de forma significativa o desempenho produtivo do camarão neste estudo. Além disso, as concentrações de

proteína das rações utilizadas na alimentação de *L. schmitti* apresentaram-se próximas ao requerimento proteico entre 25 a 35% recomendado para juvenis da espécie (URDANETA, 1992).

A salinidade é um dos fatores abióticos que pode provocar variações na exigência proteica dos camarões, e estudos demonstraram que essa exigência pode aumentar quando os camarões peneídeos são criados em salinidades inferiores à água do mar, devido ao aumento do gasto de energia, associado à manutenção da pressão osmótica dos fluidos corporais (SETIARTO *et al.*, 2004; ROMANO e ZENG, 2006). No presente estudo, não foi observado efeito de interação entre a salinidade e os níveis de proteína das dietas avaliadas sobre o desempenho de *L. schmitti*, provavelmente pelas salinidades utilizadas não apresentarem valores abaixo do considerado ideal para a espécie (ROSAS *et al.*, 1997). Criações em água clara (sem produtividade natural) de outras espécies de camarões, avaliando diferentes salinidades e concentrações de proteína na dieta, apresentaram resultados semelhantes ao encontrado para *L. schmitti* no presente estudo. PEREZ-VELAZQUEZ *et al.* (2007) verificaram que não houve efeito significativo da interação entre as salinidades e proteína sobre o crescimento de *L. vannamei*. Da mesma forma, RAMOS e ANDREATTA (2011) observaram que a proteína e a salinidade, em conjunto, não influenciaram o crescimento e sobrevivência do camarão *Farfantepenaeus paulensis*. Já em um estudo com *L. schmitti*, LAMELA *et al.* (2005) sugeriram que os camarões utilizaram glicose como fonte energética ao invés de proteína, quando analisaram a exposição de juvenis às salinidades 8, 18 e 35 por 48 h.

De acordo com GONZÁLEZ-FÉLIX *et al.* (2007), o estresse osmorregulatório do camarão gerado pela baixa salinidade, em combinação às altas concentrações de compostos nitrogenados inorgânicos, pode levar à alta mortalidade. Neste estudo, as concentrações de nitrogenados mantiveram-se dentro dos níveis adequados e as sobrevivências de *L. schmitti*, em todos os tratamentos, se mantiveram acima de 80%, porém, a salinidade afetou significativamente a sobrevivência, que apresentou relação positiva com o aumento da salinidade. RAMOS e ANDREATTA (2011) também reportaram a

redução da sobrevivência de *F. paulensis* na menor salinidade em que foram criados, enquanto PEREZ-VELAZQUEZ *et al.* (2007) obtiveram maior sobrevivência de *L. vannamei* (93%) na salinidade 2 em relação à salinidade 35 (87%).

CONCLUSÕES

No presente estudo, a composição microbiológica dos bioflocos apresentou variações quanto a densidade e grupo de microorganismos presentes em sua constituição. Além disso, pode ser observado que maior eficiência proteica foi obtida com a redução do nível de 40 para 30% de proteína bruta na ração fornecida para os camarões *L. schmitti* criados em sistema BFT nas salinidades 19, 26 e 33. Os resultados indicam que a espécie pode ser criada em sistema BFT nas salinidades utilizadas com o fornecimento de ração contendo 30% de proteína bruta para obtenção de melhor desempenho produtivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro e a bolsa concedida à primeira autora pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Aos pesquisadores da Fundação do Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro, Ricardo Martino e Luzia Triani, pelo auxílio nas análises da composição proximal e microbiológica dos bioflocos, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AKIYAMA, D.M. 1992 Future consideration for shrimp nutrition and the aquaculture feed industry. In: SPECIAL SESSION ON SHRIMP FARMING, LA, USA, 1992. *Anais...* World Aquaculture Society. p.198-205.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1998 *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington. 1193p.
- AMINOT, A. e CHAUSSEPIED, M. 1983 *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*. Brest: Cnexo, 395p.
- AOAC. 2000 *Official methods of analysis*, 17^a Ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD. 2200p.

- AVNIMELECH, Y. 1999 Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176(3-4): 227-235.
- BARBIERI, R. 2010 Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture*, 306(1-4): 329-333.
- BARROS, L.C.; BARRETO, O.J.S.; HENRIQUES, M.B. 2014 The economic viability for the production of live baits of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) in recirculation culture system. *Aquaculture International*, 22(6): 1-11.
- BRITO, R.; CHIMAL, M.-E.; ROSAS, C. 2000 Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda:Penaeidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244(2): 253-263.
- BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; McINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.P.; PEARSON, D.C. 2004 The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232(1-4): 525-537.
- DECAMP, O.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DELANOY, G.; TACON, A.G.J. 2003 Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone) within experimental zero-water exchange culture systems. *Aquaculture Research*, 34(4): 345-355.
- DE SCHRYVER, P.; CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOON, N.; VERSTRAETE, W. 2008 The basics of bioflocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3-4): 125-137.
- FOLCH, J.M.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-507.
- GIOTTO, M.F.V. 2010 Efeitos da amônia sobre juvenis de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) e *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936): excreção e toxicidade. Curitiba 79f. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná - UFPR). Disponível em: <<http://www.gia.org.br/images/publicacoes/dissertacoes>> Acesso em: 08 nov. 2013.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; GÓMEZ-JIMÉNEZ, S.; PEREZ-VELAZQUEZ, M.; DAVIS, D.A.; VELAZCO-RAMENOS, J.G. 2007 Nitrogen budget for a low salinity, zero-water Exchange culture system: I. Effect of dietary protein level on the performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 38(8): 798-808.
- GRIFFITH, R.E. 1967 *Phytoplankton of Chesapeake Bay: An illustrated guide to the genera*. University of Maryland Natural Resources Institute. 78p.
- HARDY, R.W. 2010 Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, 41(5): 770-776.
- IRIGOIEN, X. e CASTEL, J. 1997 Light limitation and distribution of chlorophyll pigments in a highly turbid estuary: The Gironde (SW France). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44(4): 507-517.
- JU, Z.Y.; FORSTER, I.; CONQUEST, L.; DOMINY, W. 2008 Determination of microbial community structures of shrimp floc cultures by biomarkers and analysis of floc amino acid profiles. *Aquaculture Research*, 39(2): 118-133.
- KHATOON, H.; YUSOFF, F.M.; BANERJEE, S.; SHARIFF, M.; MOHAMED, S. 2007 Use of periphytic cyanobacterium and mixed diatoms coated of *Penaeus monodon* Fabricius postlarvae. *Aquaculture*, 271(1-4): 196-205.
- KOROLEFF, F. e PALMORK, K.H. 1972 *Report on the Ices/Scor Nutrient Intercalibration Experiment*. ICES, C.M. Hydr.Comm. 21p.
- KRUMMENAUER, D.; SEIFERT JR., C.A.; POERSCH, L.H.; FOES, G.K.; LARA, G.R.; WASIELESKY JR., W. 2012 Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: análise da reutilização da água. *Atlântica*, 34(2): 103-111.
- KUHN, D.D.; BOARDMAN, G.D.; LAWRENCE, A.L.; MARSH, L.; FLICK JR., G.J. 2009 Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture*, 296(1-2): 51-57.
- LAMELA, R.E.L.; COFFIGHY, R.S.; QUINTANA, Y.C.; MARTÍNEZ, M. 2005 Phenoloxidase and peroxidase activity in the shrimp *Litopenaeus schmitti*, Pérez-Farfante and Kensley (1997) exposed to low salinity. *Aquaculture Research*, 36(13): 1293-1297.
- LEI, C.H.; HSIEH, L.Y.; CHEN, C.K. 1989 Effects of salinity on the oxygen consumption and ammonia-N excretion of young juvenile of the

- grass shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius. *Bulletin of the Institute of Zoology*, 28: 245-256.
- LIGNOT, J.H.; COCHARD, J.C.; SOYEZ, C.; LEMAIRE, P.; CHARMANTIER, G. 1999 Osmoregulatory capacity according to nutritional status, molt stage and body weight in *Penaeus stylirostris*. *Aquaculture*, 170(1): 79-92.
- LIN, Y.C. e CHEN, J.C. 2001 Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 259(1): 109-119.
- LIN, Y.C. e CHEN, J.C. 2003 Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, 224(1-4): 193-201.
- MAICA, P.F.; BORBA, M.R.; WASIELESKY JR, W. 2012 Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. *Aquaculture Research*, 43(3): 361-370.
- MARTINEZ-CORDOVA, L.R.; CAMPAÑA-TORRES, A.; PORCHAS-CORNEJO, M.A. 2003 Dietary protein level and natural food management in the culture of blue *Litopenaeus stylirostris* and white shrimp *Litopenaeus vannamei* in microcosms. *Aquaculture Nutrition*, 9(3): 155-160.
- McINTOSH, D.; SAMOCHA, T.M.; JONES, E.R.; LAWRENCE, A.L.; HOROWITZ, S.; HOROWITZ, A. 2001 Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in an outdoor tank system with limited water discharge. *Aquacultural Engineering*, 25(2): 69-82.
- MOSS, S.M.; DIVAKARAN, S.; KIM, B.G. 2001 Stimulating effects of pond water on digestive enzyme activity in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 32(2): 125-131.
- MOSS, S.M.; FORSTER, I.P.; TACON, A.G.J. 2006 Sparing effect of pond water on vitamins in shrimp diets. *Aquaculture*, 258(1-4): 388-395.
- NETO PEREIRA, J.B.; DANTAS, D.M.M.; GÁLVEZ, A.O.; BRITO, L.O. 2008 Avaliação das comunidades planctônicas e bentônicas de microalgas em viveiros de camarão (*Litopenaeus vannamei*). *Boletim do Instituto de Pesca*, 34(4): 543-551.
- NEEDHAM, P.R. 1973 *Guías para el reconocimiento de algas e invertebrados dulceacuicolas*. 5ª edição, p.3-225.
- PALMER, C.M. 1977 *Algae and water pollution an illustrated manual on the identification, significance, and control of algae in water supplies and in polluted water*. U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio. 124p.
- PÉREZ FARFANTE, I. e KENSLEY, B. 1997 *Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World: keys and diagnoses for the families and genera*. Éditions du Muséum Paris. 91p.
- PEREZ-VELAZQUEZ, M.; GONZÁLEX-FÉLIX, M.L.; JAIMES-BUSTAMENTE, F.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.R.; TRUJILLO-VILLALBA, D.A. 2007 Investigation of the effects of salinity and dietary protein level on growth and survival of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(4): 475-485.
- PEREZ -VELAZQUEZ, M.; GONZÁLEX-FÉLIX, M.L.; GÓMEZ-JIMÉNEZ, S.; DAVIS, D.A.; MIRAMONTES-HIGUERA, N. 2008 Nitrogen budget for a low-salinity, zero-water exchange culture system: II. Evaluation of isonitrogenous feeding of various dietary protein levels to *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 39(9): 995-1004.
- PONCE-PALAFIX, J.; MARTINEZ-PALACIOS, C.A.; ROSS, L.G. 1997 The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*, 157(1-2): 107-115.
- RAMOS, R. e ANDREATTA, E. 2011 Requerimientos de proteína y energía bruta en juveniles de camarón rosado *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) sometidos a diferentes salinidades. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(3): 427-438.
- ROMANO, N. e ZENG, C. 2006 The effects of salinity on the survival, growth and haemolymph osmolality of early juvenile blue swimmer crabs, *Portunus pelagicus*. *Aquaculture*, 260(1-4): 151-162.

- ROMANO, N. e ZENG, C. 2012 Osmoregulation in decapod crustaceans: implications to aquaculture productivity, methods for potential improvement and interactions with elevated ammonia exposure. *Aquaculture*, 334-337: 12-23.
- ROSAS, C.; SÁNCHEZ, A.; DÍAZ-IGLESA, E.; BRITO, R.; MARTINEZ, E.; SOTO, L.A. 1997 Critical dissolved oxygen level to *Penaeus setiferus* and *Penaeus schmitti* postlarvae (PL₁₀₋₁₈) exposed to salinity changes. *Aquaculture*, 152(1-4): 259-272.
- SALZE, G.; McLEAN, E.; BATTLE, P.R.; SCHWARZ, M.H.; CRAIG, S.R. 2010 Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 298(3-4): 294-299.
- SAMOCHA, T.M.; LAWRENCE, A.L.; COLLINS, C.A.; CASTILLE, F.L.; BRAY, W.A.; DAVIES, C.J.; LEE, P.G.; WOOD, G.F. 2004 Production of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in high-density greenhouse-enclosed raceways using low salinity groundwater. *Journal of Applied Aquaculture*, 15(3-4): 1-19.
- SETIARTO, A.; STRÜSSMANN, C.A.; TAKASHIMA, F.; WATANABE, S.; YOKOTA, M. 2004 Short-term responses of adult kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus* to environmental salinity: osmotic regulation, oxygen consumption and ammonia excretion. *Aquaculture Research*, 35(7): 669-677.
- SHIAU, S.Y.; KWOK, C.C.; CHOU, B.S. 1991 Optimal dietary protein level of *Penaeus monodon* reared in seawater and brackish water. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57: 711-716.
- SILVA, K.R.; WASIELESKY JR., W.; ABREU, P. 2013 Nitrogen and phosphorus dynamics in the biofloc production of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(1): 30-41.
- URDANETA, R.E.P. 1992 Resultados preliminares sobre los requerimientos proteicos de juveniles de camarón blanco (*Penaeus schmitti*, Burkenroad) en acuarios experimentales. *Zootecnia Tropical*, 10(2): 189-203.
- VAN WYK, P. e SCARPA, J. 1999 Water quality and management. 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.128-138.
- WASIELESKY, W.; ATWOOD, H.; STOKES, A.; BROWDY, C.L. 2006 Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258(1-4): 396-403.
- XU, W.J.; PAN, L.; ZHAO, D.; HUANG, J. 2012 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.
- XU, W.-J. e PAN, L.-Q. 2013 Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juveniles in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. *Aquaculture*, 412-413: 117-124.
- ZAR, J.H. 1996 *Biostatistical Analysis*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall. 662p.