

# **DESEMPENHO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* EM SISTEMA SEM RENOVAÇÃO DE ÁGUA, COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E ADIÇÃO DE MELAÇO**

Performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* in zero exchange water system, with different levels of crude protein and molasses addition

Celicina Maria da Silveira Borges de Azevedo<sup>1</sup>, Ricardo Bruno Soares Sales<sup>1</sup>, Alex Martins Varela de Arruda<sup>1</sup>, Bruno Rodrigo Simão<sup>1</sup>, Luis Otavio Brito<sup>2</sup>

## **RESUMO**

Um experimento foi realizado durante 78 dias para avaliar o efeito do nível de proteína bruta na ração e da adição de melaço, no desempenho produtivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, em sistema sem renovação de água. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 onde o primeiro fator foi o nível de proteína bruta na ração (30% e 35%) e o segundo fator a adição de melaço na água com 5 níveis: sem melaço, melaço para reduzir 100%, 75%, 50% e 25% da amônia total produzida perfazendo 10 tratamentos com 4 repetições. O experimento foi conduzido em laboratório, utilizando tanques de plástico com capacidade de 50 L providas de tampa com tela. As unidades experimentais foram abastecidas com 40 L de água de poço e com 10L de água proveniente de tanques de um cultivo de camarão. Os camarões foram estocados numa densidade de 300 camarões.m<sup>-3</sup>. Pela análise de regressão, observamos que o teor de proteína bruta das rações não interferiu no desempenho dos camarões. Entretanto, a conversão alimentar melhorou na proporção em que os níveis de adição de melaço aumentaram para os dois níveis de proteína bruta testados.

**Palavras-chaves:** desempenho, *Litopenaeus vannamei*, melaço, proteína.

## **ABSTRACT**

An indoor trial was conducted for 78 days to evaluate the effect of levels crude protein and molasses addition in shrimp culture of *Litopenaeus vannamei* performance in zero exchange water. The experimental design was a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement. The first factor was the level of crude protein in the feed (30% and 35%) and the second factor the molasses addition in the water with 5 levels: no molasses, molasses to reduce 100%, 75 %, 50% and 25% of the total ammonia produced in a total of 10 treatments with 4 repetitions. The experiment was conducted in laboratory, using plastic tanks with a capacity of 50L covered with flip screen. The units experiments were supplied with 40L of well water and 10L of water from shrimp culture tanks. The shrimp were stocked density of 300 shrimps.m<sup>-3</sup>. By the regression analysis, we observed that levels crude protein content of feed did not interfere in the performance of shrimp. However, the feed conversion ratio improved with the molasses addition for both crude protein levels tested.

**Keywords:** performance, *Litopenaeus vannamei*, molasses, protein.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Animais, Mossoró, RN 59625-900. E-mails: celicina@gmail.com, rbruno20@hotmail.com, alexmva@ufersa.edu.br, brago1@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Agronômico de Pernambuco, Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural, Av. General. San Martin, 1371, Recife, PE 50761-000. E-mail: engpescalo@hotmail.com, luis.otavio@ipa.br

## INTRODUÇÃO

Para praticar uma carcinicultura moderna e ambientalmente responsável, é essencial que a troca de água seja minimizada, reduzindo os custos com bombeamento e a possibilidade de introdução de patógenos (Silva *et al.* 2009). Sistemas sem renovação de água objetivam estimular a formação de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica, a partir da fertilização com fontes ricas em carbono orgânico e aeração constante do ambiente de cultivo (Crab *et al.*, 2012; Pérez-Fuentes *et al.*, 2013).

Esse sistema apresenta diversas vantagens, como reduções do uso de água e menor risco de introdução e disseminação de doenças, possibilidade do uso de rações com níveis reduzidos de proteína, além do incremento significativo da produção. Algumas pesquisas (Mishra *et al.*, 2008; Asaduzzaman *et al.*, 2010; Kuhn *et al.*, 2010; Ray *et al.*, 2010; Gao *et al.*, 2012; Brito *et al.*, 2013) têm apontado para alternativas na redução dos teores de amônia na água, que não envolvem a troca d'água, tais como a adição ao sistema de carbono orgânico, elevando a relação entre a quantidade de carbono e nitrogênio (relação C:N) nos ambientes de cultivo.

Essa estratégia de redução da amônia quando se eleva a relação C:N do sistema, ocorre em função da assimilação da amônia em proteína microbiana. Quando apropriadamente ajustada, a adição de carboidrato além de poder eliminar o problema de acúmulo de nitrogênio inorgânico possibilita que a proteína microbiana formada no sistema seja potencialmente utilizada como fonte de alimento para peixes e camarões (Avnimelech, 2009; Avnimelech & Kochba, 2009).

A manutenção desses floculados bacterianos que possuem elevados níveis de proteínas e outros elementos alimentares essenciais, que podem contribuir muito para a dieta do camarão (Ballester *et al.*, 2010; Emerenciano *et al.*, 2013; Schweitzer *et al.*, 2013; Xu & Pan, 2013a). Segundo Horowitz & Horowitz (2000), embora a manutenção dos floculados bacterianos não seja uma tarefa simples, se bem sucedida, o retorno será significativo, tendo em vista que diminuirá a utilização e/ou a concentração de proteína da ração formulada, reduzirá a quantidade de lodo acumulado no fundo dos viveiros e minimizará o impacto ambiental com a redução da quantidade de resíduos descarregados.

Desse modo, durante o ciclo de cultivo, à medida que aumenta a oferta de ração, a aplicação de melação pode propiciar a formação dos floculados bacterianos, desde que a relação C:N seja adequada.

Wasiolesky *et al.* (2006) sugerem como ideal para a formação de floculados microbianos, uma relação C:N entre 14 e 30:1.

Entretanto, poucos os estudos foram realizados, em águas de poços salinizados visando determinar as taxas de inclusão de melação no sistema que proporcionem um melhor desempenho dos camarões. Portanto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito do nível de proteína bruta e da adição de diferentes concentrações de melação, no desempenho produtivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* sistema sem renovação de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 onde o primeiro fator foi o nível de proteína bruta na ração (30 e 35%) e o segundo fator a adição de melação na água com 5 níveis: sem melação, melação para reduzir 100%, 75%, 50% e 25% da amônia teórica produzida pela quantidade de ração ofertada, de acordo com a equação de Avnimelech (2009); perfazendo um total de 10 tratamentos com 4 repetições.

$$CH = \frac{R \times \%NR \times \%NE}{\%CM}$$

CH - carboidrato; R - quantidade de ração fornecida; %NR - percentagem de nitrogênio na ração; %NE - percentagem de nitrogênio na excreção, considerou 50% de excreção; %CM - percentagem de carbono no melação.

### Instalações e manejo de cultivo

As pós-larvas de *L. vannamei* foram obtidas junto a uma larvicultura de camarão marinho. Inicialmente, as pós-larvas foram estocadas em um viveiro berçário, onde foram aclimatadas à salinidade de 3g.L<sup>-1</sup> e permaneceram por quatro semanas. Durante a primeira semana, as PLs foram alimentadas somente com biomassa de artêmia; na segunda semana com biomassa de artêmia e ração comercial em refeições alternadas e nas terceira e quarta semana, apenas com a ração comercial.

O experimento foi conduzido em laboratório, utilizando unidades plásticas com tampas e capacidade de 50L sem renovação de água. As unidades experimentais foram abastecidas com 40L de água de poço e com 10L de água proveniente de tanques de um cultivo de camarão marinho. A salinidade ini-

cial das caixas foi de 5 g.L<sup>-1</sup>. Todas as unidades experimentais dispunham de sistema de abastecimento de ar constante, ligados a um soprador elétrico. A duração total do experimento foi de 78 dias (11 semanas), sendo que a partir do 22º dia o melão foi incluído, uma vez por semana. Os camarões com peso médio inicial de 0,34 ± 0,03g foram estocados nas unidades experimentais, numa densidade de 300 camarões.m<sup>-3</sup> (15 juvenis por caixa). A quantidade de ração fornecida aos camarões foi calculada de acordo com o peso médio dos animais, sendo 12% do peso vivo por dia durante as três primeiras semanas. Posteriormente a ração foi ajustada semanalmente de acordo com o tamanho dos animais, obtidos através de biometrias. A frequência alimentar foi de três refeições por dia.

O oxigênio dissolvido e temperatura da água foram mensurados duas vezes ao dia (8h e 17h) usando um medidor de oxigênio dissolvido digital (YSI F-1550A). A salinidade e o pH foram mensurados semanalmente usando-se respectivamente um refratômetro (Vista A366ATC), e um medidor de pH digital de bolso (HACH).

#### Determinação dos níveis de melão

Primeiramente foi determinado o Grau Brix do melão, que equivale à quantidade de sólidos dissolvidos em 100 gramas de melão. Determinando, portanto, a qualidade e a doçura do mesmo. Para tanto, utilizou-se um refratômetro modelo A 370 da marca Vista Instruments, sendo ainda determinadas a matéria seca e matéria mineral.

A matéria seca foi obtida por meio de uma estufa de circulação forçada, onde o melão foi inicialmente pré-secado a 55°C por 72 horas e submetida posteriormente à secagem definitiva a 105°C por 24 horas. A matéria mineral foi determinada com o uso de forno mufla a 600°C por 5 horas.

Com base no Grau Brix ou teor de açúcar (sacrose) e matéria orgânica, foi calculada a porcentagem de carbono no melão em 58,56% com base na matéria seca e 35,63% com base da matéria natural. Os tratamentos foram estabelecidos através da inclusão de melão *in natura* na água de cultivo tendo como princípio a neutralização do excesso de nitrogênio da ração e da amônia da excreção, adaptado da técnica descrita por Avnimelech (2009).

Portanto, adicionou-se 8% de melão na água para neutralizar 1 ppm de amônia da água, o que equivaleria a 100% de neutralização da amônia, calculada de acordo com a fórmula referida anteriormente e a quantidade de ração semanal fornecida. A quantidade de melão a ser adicionada em ml, foi

transformada em número de gotas que eram adicionadas ao sistema usando-se um conta-gotas.

Dessa forma, foram estabelecidos níveis decrescentes de adição de melão na água de cultivo, de 8, 6, 4, 2 e 0 %, correspondente a 100, 75, 50, 25 e 0% de neutralização da amônia teórica produzida pela quantidade de ração que foi adicionada ao sistema de cultivo.

#### Análise estatística

Para realização da análise estatística, utilizou-se o seguinte modelo matemático base:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + M_j + I_{(ixj)} + \varepsilon_{ijk}$$

onde,  $Y_{ijk}$  = Valor observado das variáveis no i-ésimo nível de proteína, no j-ésimo nível de melão;  $\mu$  = média geral;  $P_i$  = efeito do i-ésimo nível de proteína (i=30%; 35%);  $M_j$  = efeito do j-ésimo nível de melão (j=0, 25, 50, 75 e 100%);  $I_{(ixj)}$  = efeito da interação entre o i-ésimo nível de proteína e o j-ésimo nível de melão e  $\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados foram submetidos à análise de variância bi-fatorial, pelo Software Sisvar - UFPA e quando foi observada diferença significativa pelo teste "F" (P<0,05), realizou-se o teste de Tukey para comparação entre as médias. A análise de regressão foi usada para ajustar a função resposta para os níveis de adição de melão, através do Software Table Curve (Jandel Scientific, 1991).

## RESULTADOS

Em relação às variáveis de qualidade de água (temperatura, oxigênio, salinidade e pH), não foram observados (P>0,05) os efeitos do nível de proteína e da adição de melão (Tabela I). A sobrevivência foi acima de 83% durante o período experimental de 78 dias em todos os tratamentos.

Efeito do nível da adição de melão foi observado para o fator de conversão alimentar, que variou entre 1,26 a 2,16 (Tabela II). Pela análise de regressão, observamos que a conversão alimentar melhorou na proporção em que os níveis de adição de melão aumentaram, sendo os níveis de 75% e 100% com melhores resultados de conversão alimentar, para os dois níveis de proteína bruta testados. Já para os demais parâmetros de desempenho zootécnico do camarão não foi observado efeito do nível de proteína bruta das rações e da adição de melão (Tabela II).

Tabela I - Efeito do nível de proteína bruta na ração e da adição de melão na qualidade da água do cultivo de *Litopenaeus vannamei* sem renovação, durante 78 dias.

Proteína na ração (%)	Nível de melão (%)	Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	Temperatura (°C)	Salinidade (g L <sup>-1</sup> )	pH
30	0	6,80 ± 0,34	26,90 ± 0,13	5,50 ± 0,12	6,70 ± 0,09
35	0	6,90 ± 0,42	27,20 ± 0,22	5,30 ± 0,23	6,90 ± 0,17
30	25	6,60 ± 0,26	26,90 ± 0,17	5,40 ± 0,17	6,90 ± 0,07
35	25	6,80 ± 0,38	27,00 ± 0,21	5,20 ± 0,14	6,90 ± 0,19
30	50	6,80 ± 0,45	27,00 ± 0,15	5,20 ± 0,12	6,90 ± 0,15
35	50	6,80 ± 0,33	26,90 ± 0,24	5,20 ± 0,16	6,80 ± 0,11
30	75	6,80 ± 0,19	26,90 ± 0,32	5,10 ± 0,31	6,90 ± 0,16
35	75	6,90 ± 0,27	27,10 ± 0,11	5,30 ± 0,27	6,90 ± 0,15
30	100	7,00 ± 0,25	26,80 ± 0,23	5,40 ± 0,22	6,90 ± 0,18
35	100	6,80 ± 0,18	27,10 ± 0,19	5,30 ± 0,18	6,90 ± 0,16
PB	ns	ns	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns	ns	ns
PBxM	ns	ns	ns	ns	ns

\*Valores fornecidos como média ± desvio padrão. Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey (P < 0.05). PB = nível de proteína bruta na ração, M = nível de adição de melão e PBxM = interação entre o nível de proteína bruta na ração e da adição de melão.

Tabela II - Efeito do nível de proteína bruta na ração e da adição de melão no desempenho zootécnico do cultivo de *Litopenaeus vannamei* sem renovação, durante 78 dias.

Proteína (%)	Melão (%)	Peso final (g)	Ganho de biomassa (g)	Sobrevivência (%)	Conversão alimentar
30	0	3,71 ± 0,49	45,98 ± 9,76	93,33 ± 13,35	2,16 ± 0,35b
30	25	3,70 ± 0,58	43,46 ± 4,79	88,33 ± 9,99	1,90 ± 0,24ab
30	50	3,72 ± 0,88	42,30 ± 11,46	83,33 ± 8,60	1,74 ± 0,36ab
30	75	3,49 ± 0,62	59,93 ± 16,05	86,62 ± 9,43	1,38 ± 0,18a
30	100	3,54 ± 0,59	60,98 ± 9,40	83,33 ± 12,78	1,38 ± 0,34a
Equação					ln y=0,7653-0,0048x
R <sup>2</sup>					0,952
35	0	3,73 ± 0,39	49,22 ± 5,39	96,65 ± 3,67	1,59 ± 0,19ab
35	25	3,78 ± 0,28	46,04 ± 5,40	90,00 ± 11,55	1,63 ± 0,27ab
35	50	4,02 ± 0,66	49,58 ± 4,32	91,65 ± 8,38	1,94 ± 0,36b
35	75	3,87 ± 0,81	66,58 ± 8,32	88,30 ± 10,00	1,35 ± 0,19a
35	100	3,60 ± 0,48	60,73 ± 15,36	91,07 ± 7,74	1,26 ± 0,12a
Equação					ln y=0,4783-2,4498x <sup>2</sup>
R <sup>2</sup>					0,908
PBxM	ns	ns	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns	ns	*
PBxM	ns	ns	ns	ns	ns

Valores fornecidos como média ± desvio padrão. Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey. (P < 0.05). PB = nível de proteína bruta na ração, M = nível de adição de melão e PBxM = interação entre o nível de proteína bruta na ração e da adição de melão. \* Efeito do fator na variável analisada.

## DISCUSSÃO

O desempenho zootécnico dos camarões cultivados está diretamente relacionado com a qualidade da água que compõe o sistema de cultivo, uma vez que mudanças nas variáveis físico-químicas podem afetar o consumo de alimento por parte dos ca-

marões, o que interfere nas taxas de crescimento e consequentemente na biomassa final produzida (Boyd & Thunjai, 2003; Wasielesky *et al.* 2003). As variáveis de qualidade de água (temperatura, oxigênio, salinidade e pH) neste experimento permaneceram dentro da faixa adequada para o cultivo de camarões (Saoud *et al.* 2003).

Os resultados obtidos demonstram que a utilização de melaço na proporção de 75% a 100% da quantidade teórica de amônia total, produzida por quilograma de ração ofertada nas concentrações de 30% e 35% de proteína bruta, contribuir para eficiência alimentar do camarão em sistema sem renovação de água. Resultados semelhantes foram observados por Gao *et al.* (2012) para os dados de produção de biomassa, sobrevivência e conversão alimentar quando comparado unidades experimentais fertilizadas com diferentes quantidades de carbono orgânico. Maia *et al.* (2013) e Brito *et al.* (2013) observaram aumento nos índices zootécnicos de *Litopenaeus vannamei*, resultante da adição de carboidratos ao sistema de cultivo sem renovação de água.

Outros estudos também demonstram a contribuição da adição de fontes de carbono orgânico no sistema sem renovação de água para o crescimento dos camarões (Hari *et al.*, 2004, 2006; Xu & Pan, 2013a). Entretanto, diferentes taxas de crescimento (Silva *et al.*, 2009; Panjaitan, 2010), diferença na repostas imune (Xu & Pan, 2013b), diferença na atividade das enzimas digestivas (Xu *et al.*, 2013) são obtidas com diferentes fonte de carbono orgânico, níveis de proteína bruta da ração e a relação carbono:nitrogênio do sistema.

Em relação ao nível de proteína na ração para camarões marinhos, existe uma tendência da utilização de altos níveis de proteína, pois se acredita que esta prática acelera o crescimento (Martinez-Córdova *et al.*, 2003). Entretanto esta prática aumenta os custos de produção, que pode representar até 60% dos mesmos (Correia *et al.*, 2003). Outro importante fator é a possibilidade de redução da utilização de farinha de peixe e óleo de peixe nas rações, que são respectivamente, as fontes de proteína e lipídeos (Kuhn *et al.*, 2010; Scopel *et al.*, 2011; Bauer *et al.*, 2012), pois o setor da aquicultura em 2006 já consumiu 3.724.000 toneladas da farinha de peixe e 835.000 toneladas de óleo de peixe (Tacon & Mitian, 2008).

A adição de melaço proporciona o surgimento das partículas floculadas nas unidades de cultivo, consequentemente aumento da oferta de alimento natural, que contribuir substancialmente para a nutrição de *Litopenaeus vannamei* (Burford *et al.*, 2003, 2004; Audelo-Naranjo *et al.*, 2012). Diversos tipos de elementos nutricionais foram relatados em sistema com adição de melaço, como proteína bruta e lipídios, incluindo os ácidos graxos poliinsaturados, minerais e vitaminas (Tacon *et al.*, 2002). Este aumento da biota natural e seguido do incremento das atividades de enzimas digestivas, ampliam a eficiência do alimento consumido pelos camarões (Xu & Pan, 2013). O efeito da adição de melaço provavel-

mente contribuiu para a redução do nível de proteína na ração para os camarões cultivados nestas condições, devido aos fatores citados anteriormente. É como se a proteína tivesse sido ingerida duas vezes, primeiro através da ração e segundo pela ingestão da proteína dos microorganismos.

Resultados semelhantes foram alcançados nos estudos de Ballester *et al.* (2010), que concluíram que a presença de agregados microbianos, formados pela adição de fonte de carbono orgânico, pode contribuir na nutrição de juvenis de *F. paulensis* reduzindo a necessidade de altos níveis de proteína na ração. Xu & Pan (2013) demonstram a possibilidade de reduzir os níveis de proteína bruta para 25% com relações de carbono: nitrogênio entre 15-20:1, sem comprometer o desempenho zootécnico do camarão.

Entretanto este valor nutricional pode ser influenciado por diversos fatores como: composição da microbiota dos flocos, salinidade da água, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e fonte de carbono orgânico (Maica *et al.*, 2012; Phulia *et al.*, 2012). Maica *et al.* (2012) não observaram diferenças na conversão alimentar de camarões cultivados em sistema sem renovação de água e com adição de carbono orgânico em diferentes salinidades (2, 4 e 25 g.L<sup>-1</sup>). Entretanto os valores de sobrevivência e biomassa final reduziram significativamente com a redução da salinidade. Resultados diferentes do observados neste experimento onde a sobrevivência foi superior a 83%, demonstrando que é possível cultivar camarões marinhos em água de poço com baixa salinidade e sem renovação com nível de 30% de proteína bruta.

Apesar destes bons resultados encontrados nesta e outras pesquisas, é importante salientar que a simples adição de melaço não é condição suficiente para formação dos agregados microbianos. A adição deve ser ajustada para manter uma alta relação carbono:nitrogênio, correlacionado com um eficiente sistema de aeração, para manter a mistura da água e uma boa oxigenação. Outros fatores, dentre eles, provavelmente a densidade de estocagem, frequência de aplicação do melaço, a concentração de amônia da água, podem ser determinantes para a formação dos agregados microbianos, e consequentemente aumento do desempenho produtivo dos camarões, com a adição de melaço.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asaduzzaman, M.; Wahab, M.A.; Verdegem, M.C.J.; Adhikary, R.K.; Rahman, S.M.S.; Azim, M.E. &

- Verreth, J.A.J. Effects of carbohydrate source for maintaining a high C:N ration and fish driven re-suspension on pond ecology and production in periphyton - based freshwater prawn culture systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 301, p. 37-46, 2010.
- Audelo-naranjo, J.M.; Voltolina, D.; Romero-Bltrán, E. Cultural of white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) with zero with exchange and no food addition: an eco-friendly approach. *Latin Amer. J. Aquat. Res.*, Valparaíso, v. 40, n. 2, p. 441-447, 2012.
- Avnimelech, Y. *Biofloc Technology - a practical guide book*. The World Aquaculture Society, 182 p., Baton Rouge, 2009.
- Avnimelech, Y. & Kochba, M. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using <sup>15</sup>N tracing. *Aquaculture*, Amsterdam, v.287, p. 163-168, 2009
- Ballester, E.L.C.; Abreu, P.C.; Cavalli, R.O.; Emerenciano, M.; Abreu, L. & Wasielesky Jr., W. Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, v. 16, p. 163-172, 2010.
- Bauer, W.; Prentice-Hernandez, C.; Tesser, M.B.; Wasielesky Jr, W. & Poersch, L.H.S. Substitution of fish meal with microbial floc meal and soy protein concentration in dietas for the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 342-343, p. 112-116, 2012.
- Boyd, C.E. & Thunjai, T. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp ponds in China, Ecuador, Thailand, and the United States. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v.34, p.524-532, 2003.
- Brito L.O.; Arantes R.; Magnotti C.; Derner R.; Pchara F.; Olivera A. & Vinatea L. Water quality and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in co-culture with green seaweed *Ulva lactuca* (Linnaeus) in intensive system. *Aquac. Intern.*, Berlin, 2013.
- Burford, M.A.; Thompson, P.J. & Mcintosh, R.P. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero exchange system. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 232, p. 525-537, 2004.
- Burford, M.A.; Thompson, P.J. & Mcintosh, R.P. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 219, p. 393-411, 2003.
- Correia, E.S.; Pereira, J.A.; Silva, A.P.; Horowitz, A. & Horowitz, S. Grow out of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in fertilized ponds with reduced levels of formulated feed. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v.34, n.2, p.184-191, 2003.
- Crab, R.; Defoirdt, T.; Bossier, P. & Verstraete, W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 356-357, p. 351-356, 2012.
- Emerenciano, M.; Cuzon, G.; Paredes, A. & Gaxiola, G. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. *Aquac. Intern.*, Berlin, 2013.
- Gao, L.; Shan, H.W.; Zhang, T.W.; Bao, W.Y. & Ma, S. Effects of carbohydrate addition on *Litopenaeus vannamei* intensive culture in a zero-water exchange systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v.342, p.89-96, 2012.
- Hari, B.; Kurup, B.M.; Varguese, J.T.; Schrama, J.W. & Verdegem, M.C.J. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v.241, p. 79-194, 2004.
- Hari, B.; Madhusoodana, K.B.; Varghese, J.T.; Schrama, J.W.; Verdegem, M.C.J. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 252, p. 248-263, 2006.
- Horowitz, A. & Horowitz, S. Os microorganismos e o manejo da alimentação na aqüicultura. *Revista da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão*, Natal, v.2, n.2, p.39-41, 2000.
- Jandel Scientific. *User's manual*. California, 280 p., 1991.
- Kuhn, D.D.; Lawrence, A.; Boardman, G.D.; Patnaik, S.; Marsh, L. & Flick Jr, G.J. Evaluation of two types of bioflocos derived from biological treatment of fish effluent as feed ingredients for pacif white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.30, p.28-33, 2010a.
- Maia, E.P.; Modesto, G.A.; Brito, L.O. & Gálvez, A.O. Crescimento, sobrevivência e produção de *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema intensivo. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, Recife, v.17, n.1, p.15-19, 2012.
- Maica, P.F.; Borba, M.R. & Wasielesky Jr, W. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles

- reared in a zero-water-exchange super-intensive system. *Aquac. Res.*, Oxford, v.43, n.2, p.361-370, 2012.
- Martinez-Cordova, L.R.; Campaña-Torres, A. & Porchas-Cornejo, M.A. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, v.9, p.155-160, 2003.
- Mishra, J.K.; Samocha, T.M.; Patnaik, S.; Speed, M.; Gandy, R.L. & Ali, A.M. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquacultural Engineering*, v.38, n.1, p.2-15, 2008.
- Panjaitan, P. Shrimp culture of *Penaeus monodon* with zero water exchange model (ZWEM) using molasses. *Journal of Coastal Development*, v.14, n.1, p.35-44, 2010.
- Pérez-Fuentes, J.A.; Pérez-Rostro, C.I. & Hernández-Vergara, M.P. Pond-reared Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* with biofloc system. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 400, p.105-110, 2013.
- Phulia, V.; Mandal, B.; Bera, A.; Singh, S.; Das, R. & Jamwal, A. Factors controlling biofloc characteristics. *World Aquaculture*, Baton Rouge, v.43, n.4, p. 57-59, 2012.
- Ray, A.J.; Lewis, B.L.; Browdy, C.L. & Leffler, J.W. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production an evaluation of a plant-based in minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v 229, p. 89-98, 2010a.
- Saoud, I.P.; Davis, D.A. & Rouse, D.B. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture*, Amsterdam, v.217, p.373-383, 2003.
- Schveitzer, R.; Arantes, R.; Costódio, P.F.S.; Santos, C.M.E.; Arana, L.V.; Seiffert, W.Q. & Andreatta, E.R. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank systems operated with no water exchange. *Aquacultural Engineering*, 2013.
- Scopel, B.R.; Schveitzer, R.; Seiffert, W.Q.; Pierri, V.; Arantes, R.F. & Vieira, F.N. & Vinatea, L. Substituição da farinha de peixe em dietas para camarões marinhos cultivados em sistema bioflocos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.8, p.928-934, 2011.
- Silva, U.L.; Melo, F.P.; Soares, R.B.; Spanghero, D.B.N. & Correia, E.S. Efeito da adição do melaço na relação carbono/nitrogênio no cultivo de camarão *Litopenaeus vannamei* na fase berçário. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v.31, n.4, p.337-343, 2009.
- Tacon, A.G.J.; Cody, J.; Conquest, L.; Divakaran, S.; Forster, I.P. & Decamp, O. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, v.8, n.2, p.121-137, 2002.
- Tacon, A.G.J. & Metian, M. Global over view on the use of fishmeal and fish oil in industrially compounded aqua feeds: trends and future prospects. *Aquaculture*, Amsterdam, v.285, p.146-158, 2008.
- Wasielesky Jr., W.; Atwood, H.; Stokes, A. & Browdy, C.L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, v.258, p.396-403, 2006.
- Wasielesky Jr., W.; Bianchini, A.; Castano-Sanches, C. & Poersch, L.H. The effect of temperature, salinity and nitrogen products on food consumption of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, Curitiba, v.46, n.1, p.135-141, 2003.
- Xu, W.J.; Pan, L.Q.; Sun, X.H. & Huang, J. Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero-water exchange culture tanks. *Aquac. Res.*, Oxford, v.44, p.1093-1102, 2013
- Xu, W.J. & Pan, L.Q. Dietary protein level and C/N ratio manipulation in zero-exchange culture of *Litopenaeus vannamei*: evaluation of inorganic nitrogen control, biofloc composition and shrimp performance. *Aquac. Res.*, Oxford, 2013a.
- Xu, W.J. & Pan, L.Q. Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. *Aquaculture*, Amsterdam, v.412-413, p.117-124, 2013b.