

## SUBSTITUIÇÃO DE RAÇÃO NO CRESCIMENTO DE JUVENIS DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* EM LABORATÓRIO<sup>1</sup>

CIBELE SOARES PONTES<sup>2\*</sup>, DANIELE BEZERRA DOS SANTOS<sup>3</sup>, AMBRÓSIO PAULA BESSA JÚNIOR<sup>4</sup>, ALEX MARTINS VARELA DE ARRUDA<sup>2</sup>

**RESUMO** - Para avaliar o efeito da substituição temporária de ração para camarão (RC) por ração para frango de corte (RF) na criação do camarão *Litopenaeus vannamei*, juvenis (1,07 ± 0,26 g), foram cultivados (52/m<sup>2</sup>) por 30 dias em caixas de 50 L, com aeração constante, sem troca d'água e alimentados em 10% da sua biomassa/dia às 08:00 e 16:00 h, aplicando-se os tratamentos: (1) RC; (2) 1 semana RC + 1 semana RF, alternadas; (3) RF e (4) 1 dia RC + 1 dia RF, alternadas; com 5 repetições cada. Não se observou diferenças (P < 0,05) no peso dos camarões em função dos tratamentos aplicados, no início (Kruskal-Wallis, P = 0,003), aos 15 dias (Kruskal-Wallis, P = 0,98) e aos 30 dias (Kruskal-Wallis, P = 0,07) de experimento. A Taxa de Conversão Específica (rm ANOVA, P = 0,28) e sobrevivência (Friedman, P = 0,34) dos animais resultaram significativamente semelhantes, indicando que esses parâmetros não sofreram influência do regime alimentar adotado, sendo possível a substituição de ração para camarão por ração para frango, como medida de contenção de despesas, por curtos intervalos de tempo. São necessários estudos para validação desses resultados em campo, ao longo da fase de engorda.

**Palavras-chave:** Carcinicultura. Alimentação. Proteína.

## REPLACEMENT OF FEED ON GROWTH OF MARINE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* JUVENILES IN LABORATORY

**ABSTRACT** - To evaluate the effect of the temporary replacement of shrimp ration (RC) by chicken ration (RF) in the culture of *Litopenaeus vannamei* shrimp, juveniles (1.07 ± 0.26 g), were cultivated (52/m<sup>2</sup>) for 30 days in 50 L boxes, with constant aeration, 0% of water exchange and fed with 10% of its biomass/day at 08:00 and 16:00 h, according to the treatments: (1) RC; (2) 1 week RC + 1 week RF, alternate; (3) RF and (4) 1 day RF + 1 day RC, alternate; with 5 repetitions each. There was no difference (P < 0.05) in the weight of shrimp on the basis of treatments applied at the beginning (Kruskal-Wallis, P = 0003), 15 days (Kruskal-Wallis, P = 0.98) and at 30 days (Kruskal-Wallis, P = 0.07) to experiment. The Specific Growth Rate (rm ANOVA, P = 0.28) and survival (Friedman, P = 0,34 the animals were significantly similar, indicating that these parameters were not affected by treatments, with the possible replacement of shrimp ration by chicken ration, as a measure of containment of expenditure, for short intervals of time. Studies are needed to validate these results in earth ponds.

**Keywords:** Shrimp culture. Feed. Protein.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 10/07/2009; aceito em 15/05/2010.

<sup>2</sup>Professor Adjunto, Departamento de Ciências Animais, UFERSA, BR 110, Km 47, 59600-970, Mossoró - RN; cibele.pontes@pq.cnpq.br

<sup>3</sup>Doutoranda em Psicobiologia, Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Campus Universitário, UFRN, Caixa Postal 1510, 59078-970, Natal - RN

<sup>4</sup>Mestrando em Ciências Animais, Departamento de Ciências Animais, UFERSA, Mossoró - RN; cspontes@ufersa.edu.br

## INTRODUÇÃO

O Brasil foi apontado pela FAO (2007), em quarto lugar com relação aos países que apresentaram maior crescimento em termos de aquicultura, sendo a carcinicultura responsável por uma grande parcela deste crescimento. Embora na região Nordeste do Brasil a criação de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) tenha sido introduzida desde 1980 (BUENO, 1980), o cultivo de camarões em águas interiores, sem a influência do mar, se intensificou a partir da interiorização da produção desta espécie que, apesar de ser marinha, apresenta tolerância a águas com baixas concentrações de sais (VALENÇA; MENDES, 2004). Com o passar do tempo, o confinamento dos animais em áreas de baixo conforto ambiental para a espécie, aliado às densidades populacionais elevadas, criou situações de estresse que propiciaram o aparecimento de doenças e o favorecimento da transmissão de patógenos veiculados pela água, resultando em problemas de crescimento, sobrevivência e conversão alimentar desses camarões.

As doenças infecciosas causaram um efeito devastador na indústria mundial de camarão, originando o colapso na produção de países do Sudoeste Asiático (China, Coréia, Taiwan, Tailândia e Indonésia) e nas Américas (Equador, Peru e Panamá), resultando em perdas significativas (JOHANSSON; SÖDREHAÄL, 1989). Apesar da gravidade do problema, as doenças constituíram apenas um dos fatores desencadeador da queda na produção de camarões no Nordeste, tendo também ocorrido problemas econômicos (MADRID, 2005) e sociais decorrentes de um processo de acusação de “dumping” movido pelos Estados Unidos, principal país importador (MADRID, 2006; FAO, 2007), como também a desvalorização do dólar americano com relação ao real (MAIA, 2005). Diante desta situação, os produtores têm buscado alternativas para fugir à crise, principalmente no que se refere à diminuição dos custos de produção.

O alimento representa a fração mais significativa dos custos de operação em empresas de criação de organismos aquáticos em geral (TACON, 1990), sendo o manejo alimentar o fator crítico na determinação da viabilidade de uma fazenda de camarão (AKYAMA; POLANCO, 1997). Segundo Molina et al. (2000), na carcinicultura o custo com alimento pode representar até 50% dos gastos de produção. Trabalhos desenvolvidos em diversos países indicam que essa tendência vem se mantendo ao longo do tempo (MARTINEZ-CORDOVA et al., 1998; VELASCO et al., 1999; VEGA-VILLASANTE et al., 2000; SMITH et al., 2002; TACON et al., 2002; VENERO et al., 2007) e a utilização de alimentos alternativos e subprodutos da indústria de alimentos é um fator de grande interesse sob o ponto de econômico na produção animal (LIMA et al., 2007).

Podem ser encontradas na literatura pesquisas

relativas à utilização de diferentes níveis de proteína animal na alimentação de diversas espécies de camarão (MARTINEZ-CORDOVA et al., 2002; MARTINEZ-CORDOVA et al., 2003; HOSSAIN; ISLAM, 2007), ou ainda à substituição de farinha de peixe por outros tipos de farinha (CRUZ-SUÁREZ et al., 2007; SIMÃO et al., 2008). No entanto, pesquisas direcionadas à espécie *L. vannamei* cultivada em água oligohalina são escassas. Dessa forma, esta pesquisa avaliou em laboratório o efeito da substituição temporária de ração para camarão (proteína animal) por ração para frango de corte (proteína vegetal) nos parâmetros zootécnicos da criação deste camarão em água de baixa salinidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Pós larvas de *L. vannamei* (PL<sub>10</sub>) foram obtidas em uma larvicultura comercial (LARVI Aquicultura Ltda., Macau - RN), já aclimatadas à salinidade de criação (4 ppt) e condicionadas a um tanque berçário de 20.000 L, onde permaneceram durante 45 dias, alimentados com 12% da sua biomassa/dia com biomassa de *Artemia* adulta congelada alternada com ração (40% de PB) a cada duas horas, na fase clara do dia.

Após esta etapa, os camarões foram pesados ( $1,07 \pm 0,26$  g,  $n = 100$ ) e transferidos para 20 caixas de polipropileno azuis, com capacidade para 50 L, onde foram mantidos na densidade populacional de 52/m<sup>2</sup> durante 30 dias. Utilizou-se um sistema de cultivo aberto, com aeração constante, sifonamento da matéria orgânica do fundo do tanque a cada 2 dias e subsequente reposição de água. Os animais foram alimentados a lanço com ração para camarão (RC) ou frango (RF) com 10% da sua biomassa, parcelada em 2 vezes ao dia (08 e 16 h), sendo submetidos aos tratamentos: 1) RC; 2) 1 semana RC + 1 semana RF, alternadas (1sRC + 1sRF); 3) RF e 4) 1 dia RC + 1 dia RF, alternadas (1dRC + 1dRF), constituindo a ração o único alimento presente no tanque. Cada tratamento contou com 5 repetições. Para verificação do peso, da taxa de crescimento específico e da sobrevivência, os animais foram pesados e contados no início do experimento, 15 dias após e no final. O cálculo da taxa de crescimento específico (TCE) foi realizado de acordo com Wu e Dong (2002), com o objetivo de fornecer informações com relação ao percentual de crescimento diários dos indivíduos.

As amostras das rações foram coletadas, moídas em moinho tipo Wiley, peneiradas em malha de 1,0 mm, e em seguida acondicionadas em recipientes plásticos identificados para as análises químico-energéticas conforme metodologia e técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). A análise químico-bromatológica dos tratamentos dietéticos elaborados à base de milho e soja, no caso da ração para frango de corte, e elaborados à base de milho, soja e farinha de peixe, no caso da ração para camarão juvenil, ambas suplementados com minerais e vitaminas, encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composições químico-bromatológicas das rações para camarões e para frangos, utilizadas no experimento.

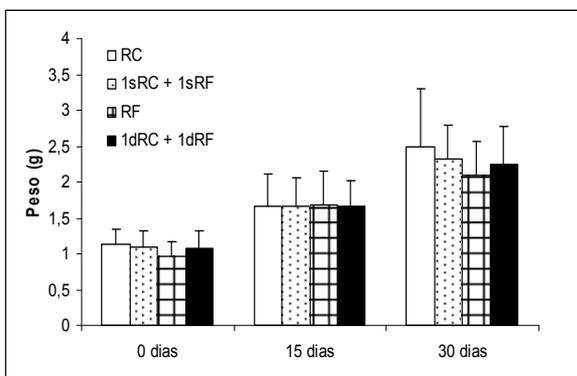
Ração	Matéria Seca (%)	Matéria Mineral (%)	Proteína Bruta (%)	Extrato Etéreo (%)
Camarão	90,76	8,62	27,27	9,72
Frango	90,29	14,33	12,52	3,85

Os parâmetros abióticos foram medidos uma vez ao dia, às 10 h, sendo que a salinidade da água manteve-se em 4 ppt (refratômetro portátil), pH em  $8,2 \pm 0,2$  (pH-metro), temperatura em  $27 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$  (termômetro de eletrodo) e oxigênio dissolvido permaneceu acima de 5 mg/L (oxímetro).

A análise estatística foi realizada através do programa SIGMASTAT (versão 3.1, 2004), sendo aplicados inicialmente os testes de Kolmorov-Smirnov e Shapiro-Wilks, para verificar a normalidade e homogeneidade na variância dos dados, respectivamente. Aplicou-se então o teste de Kruskal-Wallis para verificação de diferença entre o peso dos animais, ANOVA para as TCEs obtidas, ou ainda a comparação temporal utilizando análise de medidas repetidas de Friedman (rm ANOVA) no caso das medições de sobrevivência (ZAR, 1999). Os resultados serão apresentados através de gráficos de barra representando a média e o desvio padrão.

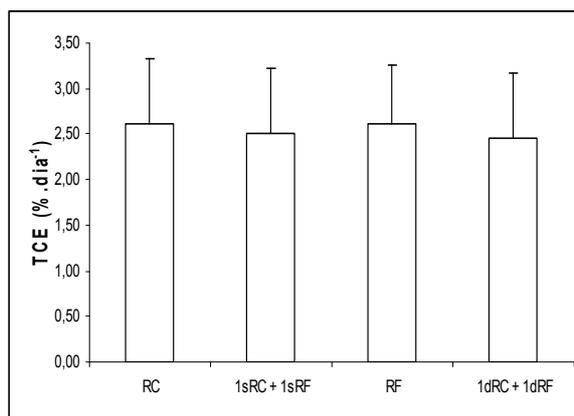
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou diferenças no peso dos camarões em função dos tratamentos aplicados, no início (Kruskal-Wallis,  $H = 3,63$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,30$ ), aos 15 dias (Kruskal-Wallis,  $H = 0,172$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,98$ ) e aos 30 dias (Kruskal-Wallis,  $H = 6,96$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,07$ ) de experimento (Figura 1), indicando que a substituição de ração de camarão por ração para frango, nos diferentes regimes alimentares testados, não afetou o crescimento dos animais.



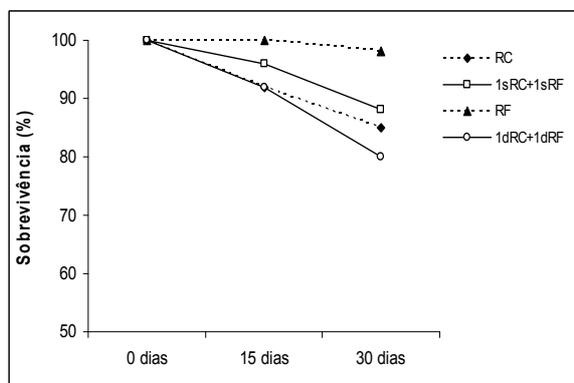
**Figura 1.** Peso (g) do camarão *L. vannamei*, submetido à substituição de ração para camarão por ração para frango, no início, aos 15 dias e aos 30 dias de experimento. (RC = ração para camarão, RF = ração para frango; s = semana e d = dia).

Quanto à taxa de crescimento específico (TCE), não se observou diferença entre os animais em função dos tratamentos aplicados (rm ANOVA,  $P = 0,278$ ), indicando que o percentual de ganho de peso diário dos animais não sofreu interferência do tipo de regime alimentar adotado.



**Figura 2.** Taxa de Crescimento Específico (TCE) (% . dia<sup>-1</sup>) do camarão *L. vannamei*, submetido à substituição de ração para camarão por ração para frango, no início, aos 15 dias e aos 30 dias de experimento. (RC = ração para camarão, RF = ração para frango; s = semana e d = dia).

Não foi constatada diferença na sobrevivência dos animais, nos diferentes tratamentos, durante o experimento (Friedman,  $\chi^2 = 5,842$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,34$ ), embora tenhamos observado uma maior sobrevivência para os animais alimentados apenas com ração para frango.



**Figura 3.** Sobrevivência (%) do camarão *L. vannamei*, submetido à substituição de ração para camarão por ração para frango, no início, aos 15 dias e aos 30 dias de experimento. (RC = ração para camarão, RF = ração para frango; s = semana e d = dia).

Durante a pesquisa, a temperatura ( $27,02 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,15$ ), salinidade ( $4 \pm 0,1$ ), pH ( $8,12 \pm 0,28$ ) e oxigênio dissolvido ( $6,24 \pm 0,4 \text{ mg/L}$ ) permaneceram dentro dos parâmetros aceitáveis para o cultivo de *L. vannamei* para todos os tratamentos.

Nesse estudo, os camarões alcançaram peso, taxa de crescimento específico e sobrevivência semelhante para todos os tratamentos de substituição temporária de ração para camarões (27,27% PB, origem animal) por ração para frangos de corte (12,52% PB, origem vegetal), demonstrando que a espécie *L. vannamei* apresentou um bom aproveitamento dos diferentes tipos de alimento que lhe foram oferecidos, nas condições experimentais adotadas. Há pouca ou nenhuma informação disponível sobre os efeitos da alimentação moderada ou de restrição grave sobre o ritmo de crescimento do camarão branco *L. vannamei*, sendo encontrados na literatura resultados algumas vezes discordantes com relação às suas necessidades alimentares.

A utilização de menores níveis protéicos poderá contribuir com a diminuição dos custos de arrastamento e dos impactos ambientais potenciais da ração, sem, no entanto, reduzir a produtividade. Martínez-Cordova et al. (2002) utilizaram os níveis 25% e 40% de proteína bruta (PB), durante 8 semanas, na alimentação de *L. vannamei* criados em viveiros de terra e alimentados em comedouros, concluindo que ambas as dietas são adequadas para o criação deste organismo em viveiros mantidos em sistema autotrófico com fertilização.

Nunes et al. (2006), avaliaram os efeitos da restrição (tempo e taxa) alimentar sobre o crescimento de *L. vannamei* cultivado em condições controladas (laboratório). Após 28 dias, a sobrevivência dos camarões resultou acima de 90% para todos os tratamentos, não havendo diferença na eficiência alimentar entre o grupo controle (satisfação aparente) e os outros grupos restritos (25% e 50%). Porém, os camarões submetidos ao nível máximo de restrição (75%) apresentaram baixa eficiência alimentar e desenvolvimento.

De acordo com as pesquisas desenvolvidas, a salinidade do cultivo aparentemente não interfere no aproveitamento da proteína por *L. vannamei*. Gómez-Jimenez et al. (2005), utilizando 4 diferentes dietas (25, 30, 35 e 40% PB) na alimentação deste camarão, cultivado durante 25 dias em laboratório em sistema com 0% de troca de água e salinidade aproximada de  $37 \text{ g L}^{-1}$ , não encontraram diferenças no ganho de peso, peso final e sobrevivência dos animais.

González-Felix et al. (2007), avaliando os mesmos níveis de proteína, em sistema de criação semelhante ao anterior, para *L. vannamei* cultivados durante 4 semanas em baixa salinidade ( $4,6 \text{ g L}^{-1}$ ), observaram não haver diferenças no ganho de peso, peso final e sobrevivência dos animais, que resultaram inversamente proporcionais ao aumento de proteína dietética. As mais altas concentrações de amô-

nia na água foram alcançadas com a utilização de 40% de PB ( $5,88 \text{ mg.L}^{-1}$ ), sendo a maior quantidade de nitrogênio incorporada à biomassa do camarão com a utilização de 25% de PB. Esses últimos autores discutem que a utilização de dietas com baixos níveis protéicos pode resultar em um melhor desempenho produtivo, devido a uma maior disponibilização de carbono para as bactérias heterotróficas e conseqüente redução da carga de nitrogênio no sistema.

Pérez-Velazquez et al. (2008) avaliaram a alimentação de *L. vannamei* por 4 semanas com dietas isonitrogenadas (60 g de proteína dietética/kg de peso corporal/dia) contendo 25, 30, 35 e 40% de PB, em sistema de cultivo com 0% de troca de água em baixa salinidade ( $4 \text{ g L}^{-1}$ ). Após 3 semanas, não foram encontradas diferenças no ganho de peso ou taxa instantânea de crescimento entre as dietas com 35% e 40% PB, e após 4 semanas entre os tratamentos com 25% e 30%. Elevadas taxas de mortalidade foram observadas para os tratamentos de 35% e 40% PB, associados com os altos níveis de nitrito encontrados na água ( $4,80$  e  $7,36 \text{ m.L}^{-1}$ , respectivamente). Segundo os autores, este estudo confirma que sistemas fechados e com baixa salinidade são particularmente susceptíveis a cargas de nitrogênio e, dessa forma, dietas com baixos níveis protéicos podem funcionar melhor, por proporcionar uma maior quantidade de carbono para as bactérias heterotróficas e uma menor carga de resíduos orgânicos, contendo nitrogênio, para serem degradados.

Além disto, níveis elevados de pH como os observados neste estudo (8,5) podem fazer com que a maior parte da amônia presente na água seja encontrada sob a forma não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), que é tóxica para os organismos aquáticos, por ser lipofílica e atravessar facilmente as membranas celulares (VINATEA-ARANA, 2004), o que pode explicar, nesta pesquisa, a tendência a uma sobrevivência mais elevada daqueles camarões alimentados apenas com ração para frango de corte.

Por outro lado, existem pesquisas que não corroboram com os resultados acima relatados. Kureshy e Davis (2001) utilizaram dietas com base isoprotéica e três níveis de proteína (16, 32 e 48%) para *L. vannamei*. O menor nível protéico resultou em um menor ganho de peso, eficiência alimentar e eficiência de conversão protéica para juvenis e sub adultos, não havendo diferenças para os sub-adultos, mostrando que outro fator a ser considerado é o tamanho do animal. Simão et al. (2008) observaram que o rendimento produtivo dos camarões decresceu à medida que os níveis de substituição da fonte protéica se elevaram. Rosas et al. (2001) afirmam que juvenis de *L. vannamei* e *Litopenaeus setiferus* acima de 1 g são menos dependentes da taxa de proteína/energia (P/E) que aqueles abaixo de 1 g, sendo *L. vannamei* uma das espécies mais tolerantes e com elevada capacidade de utilizar dietas com diferentes taxas de P/E para seu crescimento, hipoteticamente devido a

uma menor necessidade energética.

As respostas também podem variar em função da espécie utilizada, para *Litopenaeus stylirostris* Gauquelin et al. (2007) utilizaram dietas contendo 25 a 58% de PB, e observaram que, embora a sobrevivência dos animais não tenha sido afetada, o ganho de peso foi diretamente proporcional à quantidade de proteína na ração. Paripatananont et al. (2001), utilizando dietas isonitrogenadas e isocalóricas, avaliaram o efeito da substituição de farinha de peixe por proteína de soja concentrada (PSC) na dieta de *Penaeus monodon*, e concluíram que a inclusão de 17,5% de PSC na dieta em substituição à farinha de peixe pode suportar o crescimento normal deste camarão.

De acordo com Shiau (1998), a literatura especializada relata a necessidade protéica dos peneídeos variando entre 30% (*L. vannamei*) a 57% (*Marsupenaeus japonicus*), sendo esta também dependente do ambiente onde o animal se encontra. Jimenez-Yan et al. (2006) compararam a eficiência de dois tipos de dietas, uma composta de proteína animal e outra de proteína vegetal, sobre o crescimento e balanço energético de pós-larvas e juvenis de *L. vannamei*. Corroborando com nossos resultados, esses autores demonstraram que estes camarões apresentam boa adaptação aos diferentes tipos de alimento que lhes são ofertados, caracterizando o hábito alimentar onívoro oportunista.

## CONCLUSÃO

É possível a substituição temporária da ração tradicionalmente utilizada por ração com menor teor protéico, em sistemas semi-intensivos de cultivo, sem prejudicar o desempenho zootécnico de juvenis de *Litopenaeus vannamei*.

## REFERÊNCIAS

AKYAMA, D.; POLANCO, B. **Semi-intensive shimp farm management**: technical manual. Caracas: Beatriz Polanco, 1997, 30 p.

BUENO, S. L. S. **Técnicas, procedimentos e manejo para a produção de pós-larvas de camarões peneídeos**: Experiência vivida pela Maricultura da Bahia S. A. Brasília: Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM – Brasil), 1980, 107 p.

CRUZ-SUÁREZ, L. E. et al. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. **Aquaculture**, v. 272, n. 1/4, p. 466–476, 2007.

FAO. Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat plus: universal software for fishery statistica

time series. Version 2.3. Disponível em: <<http://www.fao.org/fi/statist/FISHPLUS.asp>>. Acesso: 5 jul. 2007.

GAUQUELIN, F. et al. C. Effect of dietary protein level on growth and energy utilization by *Litopenaeus stylirostris* under laboratory conditions. **Aquaculture**, v. 271, n. 1-4, p. 439–448, 2007.

GÓMEZ-JIMÉNEZ, S. et al. Effect of dietary protein level on growth, survival and ammonia efflux rate of *Litopenaeus vannamei* (Boone) raised in a zero water exchange culture system. **Aquaculture Research**, v. 36, n. 9, p. 834-840, 2005.

GÓMEZ-JIMÉNEZ, S. et al. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). **Aquaculture**, v. 207, n. 1-2, p. 125-136, 2002.

GONZALÉZ-FÉLIX, M. L. et al. 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**, v. 38, n. 8, p. 798-808, 2007.

HOSSAIN, M.A.; ISLAN, M. S. Optimization of stocking density of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in carp polyculture in Bangladesh. **Aquaculture Research**, v. 37, n. 10, p. 994-1000, 2001.

JIMÉNEZ-YAN, L. et al. Energy Balance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae fed on animal or vegetable pretein based compounded feeds. **Aquaculture**, v. 260, n. 1-4, p. 337-343, 2006.

JOHANSSON, M. W.; SÖDREHÄL, K. Crustaceans hemocytes and hematopoiesis. **Aquaculture**, v. 191, n. 1, p. 171-176, 1989.

KURESHY, N.; DAVIS, D. A. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 204, n. 1-2, p. 125–143, 2002.

LIMA, S. B. P. et al. Valor nutricional da farinha da cabeça de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* para frangos de corte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 38-41, julho/setembro, 2007.

MADRID, R. M. A crise econômica da carcinicultura. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 90, p. 22-29, 2005.

MADRID, R. M. Brasil e o mercado Americano de camarões. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 96, p. 53-55, 2006.

- MAIA, E. P. O policultivo de Camarão com a Tilápia. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 89, p. 56-58, 2005.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. R. et al. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms, **Aquaculture Nutrition**, v. 9, n. 3, p. 155-160, 2003.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. R. et al. The effects of variation in feed protein level on the culture of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone), in low water exchange experimental ponds. **Aquaculture Research**, v. 33, n. 12, p. 995-998, 2002.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. R. et al. Evaluation of Three Feeding Strategies on the Culture of White Shrimp *Penaeus vannamei* (Boone 1931) in low water exchange ponds. **Aquaculture Engineering**, n. 17, n. 1, p. 21-28, 1998.
- MOLINA, C.; CADENA, E.; ORELLANA, F. Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una repuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. In: MEMORIAS DEL V SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, V., 2000, Yucatán. **Anais...** Yucatán: Cruz-Suarez, 2000. p. 358-380.
- NUNES, A. J. P. et al. Growth performance of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under time and rate restriction feeding regimes in a controlled culture system. **Aquaculture**, v. 253, n. 1-4, p. 646-652, 2006.
- PARIPATANANONT, T. et al. Substitution of soy protein concentrate for fishmeal in diets of tiger shrimp *Penaeus monodon*. **Aquaculture Research**, v. 32, (Suppl. 1), p. 369-374, 2001.
- PEREZ-VELAZQUEZ, M. et al. 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**, v. 39, n. 9, p. 995-1004, 2008.
- ROSAS, C. et al. Effect of dietary protein and energy levels on growth, oxygen consumption, haemolymph and digestive gland carbohydrates, nitrogen excretion and osmotic pressure of *Litopenaeus vannamei* (Boone) and *Litopenaeus setiferus* (Linne) juveniles (Crustacea, Decapoda; Penaeidae). **Aquaculture Research**, v. 32, n. 7, p. 531-547, 2001.
- SHIAU, S. Y. Nutrient requirements of penaeid shrimps. **Aquaculture**, v. 164, p. 77-93, 1998.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos - métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 2002.
- SIMÃO, B. R. et al. Farinha de carne e ossos como substituto da farinha de peixe em dietas de camarão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 22-28, 2008.
- TACON, A. G. J. **Nutrición y alimentación de peces e camarones de cultivo (manual de capacitación)**. Brasília: Proyecto Aquila II/FAO, 1990. 570 p. (Documento de campo, 4).
- TACON, A. J. G. et al. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, n. 2, p. 121-137, 2002.
- VALENÇA, A. R.; MENDES, G. N. Importância da composição iônica da água oligohalina e doce no cultivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 14 n. 86, p. 23-29, 2004.
- VEGA-VILLASANTE, F. et al. The activity of the digestive enzymes during the moulting stages of the arched swimming Callinectes arcuatus Ordway, 1863 (Crustacea: Decapoda: Portunidae). **Bulletin of Marine Science**, v. 65, n. 1, p. 1-9, 1999.
- VELASCO, M.; LAWRENCE, A. L.; CASTILLE, F. L. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, v. 179, p. 141-148, 1999.
- VENERO, J. A.; DAVIS, A.; ROUSE, D. B. Variable feed allowance with constant protein input for the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under semi-intensive conditions in tanks and ponds. **Aquaculture**, v. 269, p. 490-503, 2007.
- VINATEA-ARANA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2. ed. Florianópolis: EDUFSC, 2004. 231 p.
- WU, L.; DONG, S. Effects of protein restriction with subsequent realimentation on growth performance of juvenile Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*). **Aquaculture**, v. 210, n.1, p. 343-358, 2002.
- ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-hall, 1999. 663 p.