

Danielli Dantas¹Egídio Alves¹Marcelo Rego¹Roberta Soares¹Silvio Peixoto¹Alfredo Gálvez¹

Desempenho do *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultivado com uso de probiótico quando submetido à infecção por *Vibrio harveyi*

RESUMO

Neste trabalho foram avaliados os efeitos do uso de probiótico no cultivo de juvenis de *Litopenaeus vannamei* quando submetidos à infecção ao *Vibrio harveyi*. A exposição ao *V. harveyi* foi realizada durante 15 dias em camarões provenientes de um cultivo de 30 dias sem renovação de água com utilização de probiótico comercial (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), adicionados na água e na ração (PAR), somente na água (PA), somente na ração (PR) e sem adição de probiótico (SP). A análise do consumo alimentar dos camarões demonstrou diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$). No tratamento SP, o consumo alimentar reduziu significativamente com a evolução das inoculações de *V. harveyi*, demonstrando efeitos positivos da utilização de probióticos nos demais tratamentos sobre este parâmetro. Os tratamentos PAR e PA apresentaram valores menores e mais constantes de concentração total de hemócitos durante o período do experimento. Já as maiores taxas de crescimento foram verificadas nos tratamentos SP ($0,45 \pm 0,04$ g/semana) e PAR ($0,34 \pm 0,19$ g/semana), que não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,05$). Os resultados encontrados sugerem que podem ser encontradas respostas diferentes diante de uma infecção bacteriana em *L. vannamei* entre cultivos procedentes de meios autotróficos e heterotróficos.

Palavras-chave: *Bacillus* spp., camarão, crescimento, hemócitos

Performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultured with probiotic when submitted to infection by *Vibrio harveyi*

ABSTRACT

The effect of probiotic in *Litopenaeus vannamei* juveniles when submitted to the infection by *Vibrio harveyi* was evaluated in the present study. The exposure to *V. harveyi* was carried out during 15 days using individuals reared for 30 days in a closed recirculation system with a commercial probiotic (*Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*), added to water and food (PAR), only in the water (PA), only in the food (PR) and without probiotic (SP). Feed intake of shrimp differed significantly among treatments ($P < 0.05$). In the SP treatment, a significant reduction of intake occurred with the gradual development of inoculations of *V. harveyi*, showing positive effects of the probiotics in other treatments on this parameter. The PAR and PA treatments showed inferior and more constants values in the total haemocyte count during the experimental period. The highest growth rates were observed in the SP (0.45 ± 0.04 g/week) and PAR (0.34 ± 0.19 g/week) treatments, which did not differ statistically ($P > 0.05$). The results suggest that different answers can be found among cultures from autotrophic and heterotrophic media, when a bacterial infection occurs in *L. vannamei*.

Key words: *Bacillus* sp, shrimp, growth, hemocytes

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife, PE, CEP 52171-900. Fone: 81-3320-6504. Fax: 81-3320-6502. danielli_maias@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Atualmente as maiores restrições para o desenvolvimento sustentável em fazendas de camarão são as doenças causadas por agentes infecciosos virais e bacterianos, que constituem os principais responsáveis por perdas econômicas na indústria aquícola mundial e a causa das maiores mortalidades que acometem camarões peneídeos juvenis (Gomez-Gil et al., 2000; Bachère, 2000; Sarathi et al., 2007). Doenças causadas por *Vibrio alginolyticus* e *Vibrio harveyi*, assim como infecções causadas pelo vírus síndrome da mancha branca, têm afetado o cultivo do camarão *Penaeus monodon* na Índia e em muitos países asiáticos (Sarathi et al., 2007).

Diante desta situação, a indústria camaroneira tem pesquisado soluções para estes problemas em diferentes centros de pesquisas e empresas comerciais. Uma das estratégias adotadas atualmente na redução/exclusão de patógenos em aquicultura é justamente a utilização de probióticos. Segundo Horowitz & Horowitz (2000), probiótico é um suplemento bacteriano adicionado a um sistema de produção para modificar ou manipular as comunidades microbianas na água e sedimento, reduzir ou eliminar microorganismos patógenos selecionados e aumentar o crescimento e sobrevivência de espécies cultivadas.

O uso de bactérias probióticas para inibir patógenos pela liberação de substâncias antimicrobianas é crescente em fazendas de camarão, por ser uma alternativa mais eficaz que a utilização de antibióticos na administração da saúde dos camarões (Verschuere et al., 2000). Além disso, é indicado no aumento à resistência ou na prevenção de doenças em diversos crustáceos (Rengpipat et al., 1998; Gatesoupe, 1999; Montero-Rocha et al., 2006). Rengpipat et al. (2000) observaram que *Bacillus* S11 fornecem proteção a doenças pela ativação da defesa celular imune e humoral, assim como estabelece uma exclusão competitiva no intestino do camarão.

Paralelamente, diversos autores têm trabalhado na quantificação de diferentes parâmetros celulares e humorais sobre a resposta imune de espécies de camarões cultivados (Rengpipat et al., 2000; López et al., 2003; Hsu & Chen, 2007), sendo a contagem de hemócitos uma das ferramentas disponíveis para avaliações imunológicas (Le Moullac et al., 2000). Os crustáceos têm um sistema imune inato, caracterizado pela ausência de imunoglobina e memória imunológica, mas são bastante eficientes para protegê-los e preservá-los da invasão de patógenos. Os hemócitos dos crustáceos representam o papel principal na resposta imune e desempenham funções como fagocitose, encapsulação, formação de nódulo e mediação de citotoxicidade (Johansson et al., 2000).

Quando os patógenos penetram na hemolinfa, são englobados pelos hemócitos e geram uma série de substâncias antimicrobianas denominadas oxigênio reativo, tal como anion superóxido (O_2^-), radical hidroxila (OH^\cdot), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio (O_2). A liberação de anion superóxido – conhecida como explosão respiratória – tem um importante papel na atividade microbiana (Munoz et al., 2000 apud Sarathi et al., 2007).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o efeito do uso de probiótico no cultivo de juvenis de *Lito-*

penaeus vannamei provenientes de um sistema fechado sem renovação de água, quando submetidos à infecção ao *V. harveyi*.

MATERIAL E MÉTODOS

Juvenis de *L. vanammei* ($2,26 \pm 0,02$ gramas) foram obtidos de uma Fazenda de Camarão Marinho no Litoral Norte de Pernambuco e mantidos no Laboratório de Maricultura Sustentável (LAMARSU) por 30 dias em sistema de cultivo fechado heterotrófico e autotrófico. No sistema heterotrófico, a administração dos probióticos nos devidos tratamentos foi realizada conforme recomendação do fabricante, utilizando-se 0,001 g de probiótico/L na água e 5 g de probiótico/kg na ração. O probiótico comercial ministrado no cultivo é composto por cepas liofilizadas de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*, com densidade celular de 5×10^{10} UFC/g. No cultivo autotrófico foi realizado inóculo da diatomácea *Chaetoceros muelleri*, em uma densidade de 10^3 células/mL, por meio da fertilização com os fertilizantes inorgânicos nitrato, fosfato e silicato, para manutenção da densidade algal. Após 30 dias de cultivo, os camarões foram transportados para o Laboratório de Bioensaios no Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde foi realizado o experimento desafio com a inoculação do *Vibrio harveyi* na água durante 15 dias.

O modelo experimental contou com quatro tratamentos com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais inteiramente casualizadas. Os tratamentos foram ministrados com camarões oriundos de um cultivo heterotrófico (tratamentos PAR, PA e PR) e autotrófico (tratamento SP), em que: tratamento PAR - cultivo com o uso de probiótico na água e na ração; tratamento PA - cultivo com utilização de probiótico na água; tratamento PR - cultivo com o uso de probiótico na ração e tratamento SP - cultivo sem utilização de probiótico.

Cada unidade experimental consistiu de caixas plásticas ($0,56 \times 0,36 \times 0,31$ m) com área de

$0,20 \text{ m}^2$ e volume de 35 L cada. A densidade de estocagem de camarões foi de $100/\text{m}^2$, totalizando 20 indivíduos por caixa, com salinidade 25‰, aeração constante e temperatura ambiente.

A água utilizada no experimento foi proveniente do Laboratório Maricultura Netuno, onde recebeu filtração prévia. No LAMARSU, a água foi desinfetada com hipoclorito de sódio (5 ppm).

O *V. harveyi* utilizado para infecção da água das unidades experimentais foi obtido no Laboratório de Camarões Marinhos – Setor Microbiologia, Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.

No laboratório de Bacteriologia do LAMARSU, o *V. harveyi* foi cultivado em meio de cultura líquido BHI (Brain Heart Infusion – Infusão de Coração e Cérebro, Oxoid) e mantido em estufa bacteriológica a 30°C . Após 24 horas do início da cultura, a cepa foi inoculada serialmente (1/10) cinco vezes em solução salina estéril (NaCl 3,5%). A concentração de *V. harveyi* nesta solução foi estimada por contagem das colônias formadas em placas contendo meio de cultura Agar TCBS

(Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar), após 24 horas de incubação a 30°C. Realizaram-se uma inoculação de 10^4 UFC.mL⁻¹ no primeiro dia do experimento e uma segunda de 10^7 UFC.mL⁻¹ no sétimo dia.

Foram mensuradas nos tanques experimentais as variáveis físico-químicas de temperatura (°C), salinidade, condutividade (μ S/cm), porcentagem de saturação de oxigênio (%), oxigênio dissolvido (mg/L) e pH diariamente às 9 h, por intermédio de multi-parâmetros Multi Probe System 5565.

As amostras de hemolinfa foram coletadas do sinus ventral de um camarão por unidade experimental antes da inoculação do *V. harveyi* e, posteriormente, a cada três dias. Para isso foram utilizadas seringas estéreis de 1 mL (21G), fixadas em solução de 4% de formol-MAS (10 mM Tris, 336 mM NaCl, 5 mM CaCl₂, 10 mM MgCl₂, pH 7.0) e armazenadas em tubo de ependorf para posterior contagem total de hemócitos (THC).

Durante o experimento, foi utilizada ração comercial com 35% de proteína bruta. A alimentação (10% da biomassa) foi fornecida duas vezes ao dia (manhã/tarde) em bandejas. Diariamente, antes da primeira alimentação, retiraram-se sobras de ração e fezes do fundo das unidades através de sifonamento. A água foi filtrada e devolvida para as devidas caixas.

O consumo alimentar foi avaliado em dois momentos do experimento: 7^o e 14^o dia. As sobras de ração foram recolhidas, acondicionadas em filtros pré-pesados e levadas à estufa com temperatura de 60°C até atingirem um peso constante. Além disso, três unidades experimentais sem camarões foram utilizadas para a determinação da lixiviação da ração. O consumo alimentar foi calculado de acordo com o método adaptado de Nunes & Parsons (2000): $CA = (R_0 - R_r) \times R_p$, em que CA = consumo alimentar (g de ração/tratamento/refeição); R_0 = ração ofertada corrigida (g); R_r = ração recolhida (g); R_p = lixiviação da ração.

A taxa de sobrevivência foi avaliada por contagem diária de camarões das unidades experimentais até o final do experimento. Para determinar a taxa de crescimento, foi realizada biometria inicial e final do experimento. Os camarões foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,1 g. O ganho de peso e a biomassa foram avaliados pela diferença do peso final e peso inicial e pela diferença da biomassa final e biomassa inicial, respectivamente.

Ao final do experimento, foi verificado o número total de hemócitos (THC), estimado pelas contagens diretas realizadas em câmara de Neubauer e microscópio óptico.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste Kolmogorov-Smirnov para normalidade, teste Cochran para homogeneidade da variância e, em seguida, ANO-

VA. Quando detectadas significativas ($p < 0,05$) entre as médias, foi aplicado o teste Duncan.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos quanto aos parâmetros físico-químicos da água (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) durante o período experimental (Tabela 1).

A temperatura e a salinidade estiveram dentro da faixa adequada ao cultivo de *L. vannamei*, com médias de 25,6°C e 25,8 g.L⁻¹. Igarashi (1995) cita que a temperatura ótima da água pode variar de 24 a 28°C, de modo que sob temperaturas abaixo de 20°C ou acima de 31°C pode retardar o crescimento. Nunes (2002) relata que a temperatura ideal para o cultivo desta espécie é de 26 a 33°C e que temperaturas superiores a 35°C e inferiores a 25°C podem afetar negativamente o desempenho dessa espécie. Além disso, grande variação na salinidade pode causar estresse nos animais cultivados.

A concentração de oxigênio exerce grande influência sobre a atividade, o consumo de alimento, o crescimento e a conversão alimentar de peixes e camarões. No cultivo de camarões, as concentrações de oxigênio dissolvido devem ser mantidas acima de 4 mg/L (Kubitza, 2003; Boyd, 2002). As médias das concentrações de oxigênio dissolvido encontradas no experimento foram no mínimo de $4,91 \pm 0,47$ e máximo de $5,00 \pm 0,35$. Da mesma forma, o valor observado de pH (média) manteve-se nos limites ideais para o crescimento de camarões, que varia de 7 a 8,3, segundo Wyk & Scarpa (1999).

O tratamento SP diferiu significativamente ($P < 0,05$) dos demais, apresentando concentração média superior e erro-padrão de hemócitos totais ($37,60 \pm 7,71 \times 10^4$ cel.mL⁻¹). Menores média e erro-padrão da contagem total de hemócitos (THC) foram observados no tratamento PAR ($15,13 \pm 1,05 \times 10^4$ cel.mL⁻¹).

No 6^o dia do experimento foi encontrada redução significativa de THC. Segundo Le Moullac & Haffner (2000), um número menor que o normal de hemócitos em crustáceos correlaciona-se com a redução da resistência a patógenos. Motedeosca et al. (2002) afirmam que, quanto mais aguda a infecção, maior o número de hemócitos produzidos. Em *P. japonicus* a infecção com *Fusarium solani* provocou aumento de até seis vezes os hemócitos circulantes (Sequeira et al., 1996). Na maioria dos dias de coleta neste estudo, o maior número de hemócitos produzidos foi observado no tratamento SP (Figura 1). Esta resposta demonstra claramente a influência positiva dos probióticos nos tratamentos PAR e PA, que

Tabela 1. Médias e desvio-padrão das variáveis físico-químicas da água durante o período experimental.*

Table 1. Mean and standard deviation of physical and chemical characteristics of water during the experimental period*

	Tratamentos			
	PAR	PA	PR	SP
Temperatura (°C)	25,8 ± 0,20 a	25,8 ± 1,60 a	25,6 ± 0,20 a	25,6 ± 0,20 a
pH	7,28 ± 0,30 a	7,27 ± 0,31 a	7,28 ± 0,30 a	7,27 ± 0,32 a
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	4,91 ± 0,47 a	5,00 ± 0,35 a	4,93 ± 0,44 a	4,95 ± 0,41 a
Salinidade (g L ⁻¹)	25,8 ± 0,94 a	25,8 ± 0,94 a	25,8 ± 0,94 a	25,8 ± 0,94 a

* Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$)

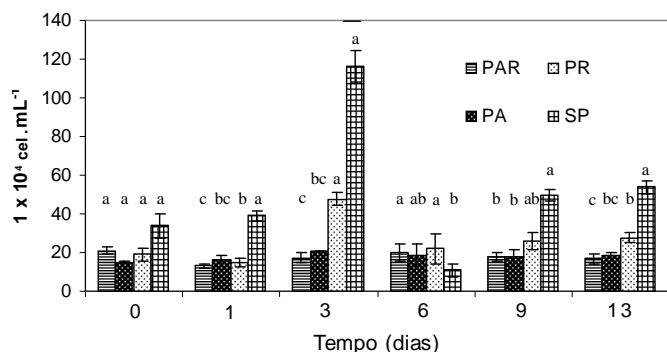


Figura 1. Média e desvio-padrão da contagem total de hemócitos nos respectivos dias de coleta. Letras distintas nos dias de coleta indicam diferenças significativas em cada tratamento ($p < 0,05$).

Figure 1. Mean and standard deviation of total haemocyte count in the respective sampling days. Different letters indicates significant different ($p < 0.05$) in the respective sampling days in treatments.

apresentaram as menores e mais constantes concentrações totais de hemócitos durante o período experimental, não sendo observadas grandes alterações no sistema imunológico.

Segundo Braak (2002), a THC em crustáceos pode aumentar ou diminuir seus valores, dependendo do tempo e tipo de estresse. Segundo esse autor, durante o período de estresse e processos infecciosos, a THC usualmente diminui nas primeiras horas, provavelmente em razão da migração e infiltração de hemócitos nas regiões invadidas; em seguida elevam-se seus valores, possivelmente devido à liberação de novas células a partir dos órgãos hematopoiéticos.

Após a primeira inoculação do *V. harveyi*, foi observada uma mudança quantitativa dos níveis THC, que foram maiores em todos os tratamentos na coleta realizada no terceiro dia. Sarathi et al. (2007) observaram, em camarões injetados com *V. alginolyticus*, diminuição significativa na THC nos estágios iniciais da injeção e, em seguida, aumento dos níveis de THC, provavelmente devido à migração dos hemócitos para a área injetada. A redução da THC dos camarões infectados por WSSV foi atribuída ao acúmulo de hemócitos nas áreas da injeção para a cicatrização do ferimento e fagocitose de corpos estranhos. Estas afirmações confirmam que a THC é um bom indicativo da saúde de camarões.

Após a inoculação inicial (1º dia do experimento) de *V. harveyi* (10^4 UFC. mL^{-1}), as maiores concentrações de hemócitos foram observadas no 3º dia, com exceção do tratamento PAR. A partir do 7º dia do experimento, quando foi realizada nova inoculação de *V. harveyi* (10^7 UFC. mL^{-1}), constatou-se alteração na concentração de hemócitos, comprovada pelo aumento na concentração total de hemócitos apresentado no 9º dia. Resultados diferentes foram encontrados por Rengpipat et al. (2000), que, ao analisarem o sistema imune do *Penaeus monodon* cultivado com inóculo de *Bacillus* sp e infectado com o *V. harveyi*, constataram que o número de hemócitos totais diminuíram após a infecção em ambos os grupos, com significativa diminuição no tratamento probiótico. Contudo, a resposta imune foi substancial em ambos os tratamentos, mas após 10 dias do desafio com *V. harveyi* foi mais pronunciada com o camarão tratado com probiótico (*Ba-*

cillus sp). Os resultados encontrados por esses autores podem ser justificados pelo fato de as amostras de hemolinfa terem sido coletadas no início da infecção, quando os valores de THC são inferiores.

As concentrações de *V. harveyi* estabelecidas para inoculação durante o experimento corroboram as inferências de Soto-Rodrigués et al. (2006). Esses autores avaliaram a patogenicidade e colonização de vibrios luminescentes em *L. vannamei* e concluíram que larvas de crustáceos marinhos tem capacidade de ingerir 10^2 - 10^4 UFC. mL^{-1} de *V. harveyi* por náuplio e que a colonização de bactérias no intestino de larvas do camarão é estabilizada após 13 horas na região do cefalotórax e trato digestivo.

O consumo alimentar observado no 7º dia foi inferior para o tratamento PAR (0,79 g/refeição), o qual diferiu significativamente apenas do tratamento SP, com valor médio de 1,26 g/refeição. Silva et al. (2007) encontraram resultados similares, com valores inferiores de consumo alimentar de juvenis de *L. vannamei* para os tratamentos com probiótico na água e na ração e probiótico na água.

No 14º dia, houve redução significativa do consumo alimentar no tratamento SP (0,83 g/refeição), que diferiu significativamente dos tratamentos PA e PR.

Não ocorreram diferenças significativas no consumo alimentar dos tratamentos quanto ao tempo, à exceção do tratamento SP, que apresentou valores menores. Este resultado indica que os camarões cultivados com o uso de probióticos foram mais constantes a longo prazo em relação à resposta obtida de consumo alimentar (Tabela 2). No caso de inoculações sucessivas, o consumo poderia ser afetado nos animais do tratamento SP.

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão do consumo alimentar (grama de ração/refeição) do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema fechado com a inoculação de *Vibrio harveyi**

Table 2. Mean and standard deviation of feed intake (gram of feed/food) of *Litopenaeus vannamei* shrimp on closed system with *Vibrio harveyi* inoculation*

Período	PAR	PA	PR	SP
7º dia	0,79 ± 0,27 a	1,02 ± 0,12 ab	1,07 ± 0,23 ab	1,26 ± 0,25 b
14º dia	0,84 ± 0,33 a	0,97 ± 0,30 ab	0,97 ± 0,29 ab	0,83 ± 0,33 b

* Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$)

Os valores médios de consumo alimentar foram semelhantes entre os tratamentos, à exceção do SP, que apresentou queda considerável do 7º para o 14º dia do experimento.

Crescimento e sobrevivência

Os camarões submetidos ao tratamento SP apresentaram melhores resultados de ganho de peso e de biomassa (Tabela 3), fato que pode estar relacionado à origem dos camarões (autotrófico e heterotrófico). É provável que os camarões provenientes do cultivo em meio heterotrófico tenham percebido a diferença entre os ambientes de cultivo, uma vez que estavam adaptados ao meio anterior com flocos microbianos, que também apresentavam diferentes variáveis de qualidade da água. Os camarões provenientes do cultivo em meio auto-

Tabela 3. Valores médios e desvio-padrão dos parâmetros zootécnicos do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema fechado com a inoculação de *Vibrio harveyi****Table 3.** Mean and standard deviation of performance of *Litopenaeus vannamei* shrimp on closed system with *Vibrio harveyi* inoculation*

	PAR	PA	PR	SP
Consumo alimentar final (g)	0,84 ± 0,33 b	0,97 ± 0,30 ab	0,97 ± 0,29 ab	0,83 ± 0,33 b
Sobrevivência (%)	100 ± 0 a	98 ± 0,58 a	100 ± 0,58 a	98 ± 0,58 a
Crescimento (g/semana)	0,34 ± 0,19 ab	0,25 ± 0,05 ab	0,17 ± 0,10 b	0,45 ± 0,04 a
Ganho de peso (g)	0,69 ± 0,39 ab	0,50 ± 0,11 ab	0,35 ± 0,21 b	0,90 ± 0,08 a
Ganho de biomassa (g)	9,63 ± 0,39 ab	6,93 ± 0,39 ab	4,93 ± 0,39 b	12,70 ± 0,39 a

* Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas (p<0,05)

trófico, por sua vez, estavam adaptados àquelas condições de cultivo.

Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Patnaik et al. (2007), que encontraram maiores valores de biomassa e peso final em *L. vannamei* infectados com *V. harveyi* e cultivados sem adição de probiótico, quando comparados ao cultivo com probiótico na água. Resultados similares foram obtidos com as espécies *Penaeus setiferus* e *L. vannamei* por Horowitz & Horowitz (2000) e McIntosh et al. (2000), porém sem a presença do *V. harveyi*.

Devaraja et al. (2002) avaliando a utilização de dois tipos de probiótico no cultivo de camarão não encontraram diferenças significativas na taxa de crescimento, no peso final, na taxa de sobrevivência e produção final em comparação ao tratamento controle (sem probiótico).

Com relação ao crescimento dos camarões avaliados neste estudo, houve diferença estatística entre os tratamentos PR e SP. Os maiores crescimentos (g/semana) foram verificados nos tratamentos PAR (0,34 ± 0,19 g/semana) e SP (0,45 ± 0,04 g/semana), que não diferiram estatisticamente (Figura 2). Contudo, Rengpipat et al. (1998) observaram aumento no crescimento e na sobrevivência no cultivo de *P. monodon* na presença de *Bacillus* S11 e infectados com o *V. harveyi*.

Os camarões apresentaram valores de sobrevivência acima de 98% em todos os tratamentos. Meunpol et al. (2003),

analisando o cultivo de *Penaeus monodon* infectados por *V. harveyi*, encontraram melhores resultados de sobrevivência para os camarões alimentados com ração à base de probiótico em comparação ao grupo controle (sem probiótico). Patnaik et al. (2007), testando o efeito da adição de probiótico na água de cultivo, não detectaram diferença estatística na sobrevivência de juvenis de *L. vannamei* quando infectados pelo *V. harveyi*.

CONCLUSÕES

A utilização do probiótico comercial (*Bacillus spp.*) na água ou na ração separadamente pode influenciar os organismos cultivados e elevar a resistência adquirida pelos camarões, haja vista a manutenção de sua atividade alimentar e constância na contagem total de hemócitos para os tratamentos cultivados com probiótico. Entretanto, a resposta imune pode refletir em melhores resultados de crescimento em camarões expostos ao *V. harveyi*, cultivados por um período maior.

LITERATURA CITADA

- Bachère E. Introduction shrimp immunity and disease control. *Aquaculture*, v.191, n.1, p.3-11, 2000.
- Boyd, C.E. Parâmetros da qualidade de água: Oxigênio dissolvido. *Revista da associação brasileira de criadores de camarão*, v.4, n.1, p.66-69, 2002.
- Braak, K.V. Haemocytic defence in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Wageningen: Wageningen University, 2002. 159p. Tese Doutorado.
- Devaraja, T.N.; Yusoff, F.M.; Shariff, M. Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. *Aquaculture*, v.206, n.3-4, p.245-256, 2002.
- Gatesoupe, F. J. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, v.180, n.1-2, p.147-165, 1999.
- Gomez-Gil, B.; Roque, A.; Turnbull, J.F. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. *Aquaculture*, v.191, n.1-3, p.259-270, 2000.
- Horowitz, A.; Horowitz, S. Efficacy of probiotics in growout systems. *The advocate*, v.3, n.6, p.12, 2000.
- Hsu, S.; Chen, J. The immune response of white shrimp *Penaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* under sulfide stress. *Aquaculture*, v.271, n.1-4, p.61-69, 2007.

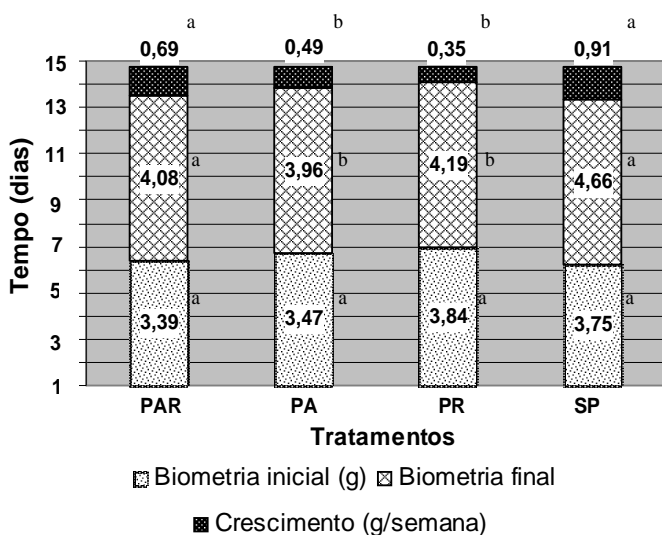


Figura 2. Pesos inicial e final e as respectivas taxas de crescimentos do *Litopenaeus vannamei* nos diferentes tratamentos

Figure 2. Initial and final weights and respective growth rates of *Litopenaeus vannamei* in the different treatments

- Igarashi, M. A. Estudos sobre o cultivo do *Macrobrachium rosenbergii*. Fortaleza: SEBRAE, 1995. 66p.
- Johansson, M.W.; Keyser, P.; Sritunyalucksana, K.; Soderhall, K. Crustacean haemocytes and haematopoiesis. *Aquaculture*, v.191, n.1, p.45–52, 2000.
- Kubitza, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. 1. ed. Jundiaí: F. Kubitza, 2003. 229p.
- Le Moullac, G.; Haffner, P. Environmental factors affecting immune responses in crustacea. *Aquaculture*, v.191, n.1-3, p.121–131, 2000.
- López, N.; Cuzon, G.; Gaxiola, G.; Taboada, G.; Valenzuela, M.; Pascual, M.; Sánchez, A.; Rosas, C. Physiological, nutritional, and immunological role of dietary h 1-3 glucan and ascorbic acid 2-monophosphate in *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*. v.224, n.1-4, p.223-243, 2003.
- McIntosh, D.; Samocha, T. M.; Jones, E. R.; Lawrence, A. L.; McKee, D.A.; Horowitz, S.; Horowitz, A. The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. *Aquacultural engineering*, v.21, n.3, p.215-227, 2000.
- Meunpol, A. O.; Lopinyosirib, K.; Menasvetac, P. The effects of ozone and probiotics on the survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, v.220, n.1-4, p.437–448, 2003.
- Montero-Rocha, A.; McIntosh, D.; Sánchez-Merino, R.; Flores, I. Immunostimulation of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following dietary administration of Ergosan. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.91, n.3, p.188-194, 2006.
- Motesdeoca, M.; Amano, Y.; Echeverr, F.; Betancourt, I.; Panchana, F.; Sotomayor, M.; Rodriguez, J. La respuesta inmunitaria celular del camarón *Litopenaeus Vannamei* Al Wssv y su utilidad en el control de la enfermedad en los estanques. *El Mundo Acuicola*, v.8, n.1, p.38-42, 2002.
- Nunes, A.J.P. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. *Panorama da Aquicultura*, v.12, n.71, p.27-39, 2002.
- Nunes, A.J.P.; Parsons, G.J. Size related feeding and gastric evacuation measurements for the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis*. *Aquaculture*, v.187, n.1-2, p.133-151, 2000.
- Patnaik, S.; Samocha, T. M.; Kilgen, M. B. Probiotics found ineffective against *Vibrio harveyi* in limited-exchange shrimp pond study. *Global Aquaculture Advocate*, p.94-96, 2007. <http://pdf.gaalliance.org/pdf/gaa-patnaik-sept07.pdf>. 15 dez 2007.
- Rengpipat, S.; Phianphak, W.; Piyatiratitivorakul, S.; Menasveta, P. Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. *Aquaculture*, v.167, n.3, p.301–313, 1998.
- Rengpipat, S.; Rukpratanporn, S.; Piyatiratitivorakul, S.; Menasaveta, P. Immunity enhancement in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus S11*). *Aquaculture*, n.191, n.4, p.271-288, 2000.
- Sarathi, M.; Ishaq Ahmed, V.; Venkatesan, C.; Balasubramanian, G.; Prabavathy, J.; Sahul Hameed, A. Comparative study on immune response of *Fenneropenaeus indicus* to *Vibrio alginolyticus* and white spot syndrome virus. *Aquaculture*, v.271, n.1-4, p.8-20, 2007.
- Sequeira, T.; Tavarest, D.; Arala-Chaves, M. Evidence for circulating hemocyte proliferation in the shrimp *Penaeus japonicus*. *Developmental & Comparative Immunology*, v. 20, n.2, p.97-104, 1996.
- Silva, E. F. B.; Souza Junior, E. A.; Soares, R.; Oliveira, A.; Peixoto, S. Avaliação do consumo alimentar do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em sistema fechado com a utilização de probióticos. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 15p. Monografia.
- Soto-Rodríguez, S. A.; Simoes, N.; Roque, A.; Gómez Gil, B. Pathogenicity and colonization of *Litopenaeus vannamei* larvae by luminescent vibrios. *Aquaculture*, v.258, n.1-4, p.109–115, 2006.
- Van Wyk, P.; Scarpa, J. Water quality requirements and management. In Van Wyk, P.; Davis-Hodgkins, M.; Laramore, R.; Main, J.K.; Mountain, L.; Scarpa, J. (eds.). *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems*. Florida: Harbor Branch Oceanographic Institution/Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 1999. p.141-162.
- Verschuere, L.; Rombaut, G.; Sorgeloos, P.; Verstraete, W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Review*, v.64, n.4, p.655-671, 2000.