

Efeito do polissacarídeo sulfatado extraído da alga marinha vermelha *Botryocladia occidentalis* nas pós-larvas do camarão *Litopenaeus vannamei*¹

Effect of sulfated polysaccharides extracted from the red marine alga *Botryocladia occidentalis* in shrimp *Litopenaeus vannamei* post-larvae

Francisco Elder Cavalcante Barroso², José Ariévil Gurgel Rodrigues³, Valeska Martins Torres³, Alexandre Holanda Sampaio⁴ and Wladimir Ronald Lobo Farias⁵

Resumo - O uso de polissacarídeos sulfatados como agentes imunoestimulantes pode reduzir o impacto do estresse no cultivo de organismos aquáticos durante a larvicultura de peixes e camarões. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento em peso de pós-larvas (PL₂₀) do camarão, *Litopenaeus vannamei*, submetidas a banhos de imersão contendo diferentes concentrações de polissacarídeos sulfatados (PS) extraídos da alga marinha vermelha *Botryocladia occidentalis*. As doses testadas foram administradas em quatro tratamentos, com quatro repetições. Os tratamentos continham 0 (controle); 0,5; 1,0 e 1,5 µg.L⁻¹ de (PS). O experimento teve duração de oito dias e, durante esse período, foram realizados três banhos de imersão com intervalos de repouso de 24 h entre cada banho. As médias do ganho de peso das pós-larvas nos tratamentos variaram de 23; 37 a 28,30 mg e não diferiram significativamente (P < 0,05). As taxas médias de sobrevivência das pós-larvas nos tratamentos com 0 (controle); 0,5; 1,0 e 1,5 µg.L⁻¹ de PS foram de 23,50±5,59; 30,63±5,56; 36,10±5,71 e 26,20±4,00% (Média±DP), respectivamente, sendo que a sobrevivência obtida no tratamento com 1,0 µg.L⁻¹ de PS diferiu-se significativamente dos tratamentos com 0 (controle) e 1,5 µg.L⁻¹ de PS. Estes resultados indicam que a dose de 1,0 µg.L⁻¹ de PS melhora a sobrevivência das pós-larvas (PL₂₀₋₂₈) do camarão, *L. vannamei*, submetidas ao estresse dos banhos de imersão.

Termos para indexação: *Litopenaeus vannamei*, polissacarídeos sulfatados, *Botryocladia occidentalis*, camarão marinho, alga marinha

Abstract - Administration of sulfated polysaccharides as immunostimulant agents can reduce the stress impact in aquatic organism's culture during shrimp and fish larvicultures. The aim of this work was to evaluate the effect of immersion baths containing different concentrations of sulfated polysaccharides (SP) extracted from the marine red alga *Botryocladia occidentalis* on *Litopenaeus vannamei* shrimp post-larvae (PL₂₀) survival rate and weight growth. The tested doses were administrated in four treatments with four repetitions. The treatments were with 0.5; 1.0 and 1.5 µg.L⁻¹ SP, respectively, and the control without polysaccharides. The experiment lasted eight days and within this period three immersion baths were done with a 24 hours rest interruption among each bath. Treatments presented weight gains changing from 23; 37 to 28, 30 mg and were not significantly different (P < 0.05). Treatments 0 (control), 0.5; 1.0 and 1.5 µg.L⁻¹ post-larvae survival rates were 30.63 ± 5.56; 36.10 ± 5.71; 26.20 ± 4.00 e 23.50 ± 5.59 mg, (Average ± SD) respectively, and 1.0 µg.L⁻¹ SP treatment survival rate was significantly different from the treatment 0 (control) and 1.5 µg.L⁻¹ SP treatments. These results showed that a 1.0 µg.L⁻¹ dose of SP enhance *L. vannamei* shrimp post-larvae (PL₂₀₋₂₈) survival after stress promoted by immersion baths.

Index terms: *Litopenaeus vannamei*, sulfated polysaccharides, *Botryocladia occidentalis*, marine shrimp, marine alga

¹ Recebido para publicação em 07/03/2006; aprovado em 02/10/2006.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca, CCA/UFC, CE

² Biólogo, Mestre em Engenharia de Pesca pelo Dep. de Eng. de Pesca, CCA/UFC, CE, e-mail: barroso@uol.com.br

³ Engs. de Pesca, Mestrandos em Engenharia de Pesca/DEP/CCA/UFC, bolsistas da CAPES, e-mail: arievilo.eng.pesca@bol.com.br, valeskamtorres@gmail.com

⁴ Eng. de Pesca, Ph.D., Prof. do Dep. de Engenharia de Pesca, CCA, UFC, CE. bolsista do CNPq, e-mail: sampaioa@ufc.br

⁵ Eng. de Pesca, D.Sc., Prof. do Dep. de Engenharia de Pesca, CCA/UFC, CE, e-mail: wladimir@ufc.br

Introdução

Na aquicultura intensiva os organismos são expostos a elevados níveis de estresses de natureza química, física e biológica. As altas densidades de estocagem, a presença de grandes quantidades de alimento e dejetos dos organismos elevam os níveis de matéria orgânica e bactérias, prejudicando a qualidade da água e causando doenças (Vadstein, 1997). Em 2003, o vírus causador da mionecrose infecciosa (INMV) foi responsável por perdas avaliadas em 20 milhões de dólares em fazendas de camarão no Brasil. O INMV parece ser limitado ao nordeste brasileiro, mas camarões com sinais semelhantes também foram encontrados em outros países onde o *Litopenaeus vannamei* é cultivado (Lightner et al., 2004). Em janeiro de 2005, o Ministério da Agricultura do Brasil confirmou a presença do vírus da síndrome da mancha branca (WSSV) em Santa Catarina, sendo a primeira vez que o vírus foi registrado no País (Jurgenfeld, 2005).

Várias práticas são utilizadas para combater o surgimento de doenças na aquicultura, tais como profilaxia sanitária, desinfecção, quimioterapia, uso de antibióticos e vacinas contra doenças específicas. Porém, muitas dificuldades estão associadas a estes métodos, como o uso de antibióticos que provoca um aumento na resistência microbiana e acúmulo de resíduos nos tecidos de peixes (Cook et al., 2003). O controle de doenças em cultivos intensivos de peixes e camarões também pode ser realizado com o uso de imunostimulantes. Na única revisão sobre o assunto, Sakai (1999) comenta os efeitos imunostimulatórios de β -glucanos, quitina, lactoferrina, levamisole, fatores nutricionais como as vitaminas B e C, e hormonais como o hormônio do crescimento e a prolactina. Segundo o autor, essas substâncias ativam principalmente as funções de fagocitose e o aumento da atividade bactericida, estimulando também a atividade das células “matadoras” e dos anticorpos.

A injeção intraperitoneal de um peptídeo-glucano em tilápias, *Oreochromis niloticus*, aumentou significativamente a sobrevivência quando os peixes foram infectados por *Edwardsiella tarda* (Park & Jeong, 1996). Jeney et al. (1997) observaram, após a administração oral de glucano em trutas, *Oncorhynchus mykiss*, um incremento significativo na defesa não específica, na fagocitose e na produção de leucócitos. Efeitos semelhantes, aliados ao aumento na taxa de crescimento e sobrevivência, foram evidenciados através da administração oral de peptídeo-glucano em *Penaeus japonicus* infectado com *Vibrio penaeicida* (Itami et al., 1998). A imersão de juve-

nis do camarão branco, *L. vannamei*, em soluções de polissacarídeos sulfatados e β -glucanos ativaram o sistema imune através da elevação da produção do ânion superóxido. Embora esta ativação tenha sido muito semelhante para os dois açúcares, o polissacarídeo sulfatado, extraído de uma microalga, foi utilizado em uma dosagem 500 vezes menor que a do β -glucano (Campa-Córdova et al., 2002).

Os polissacarídeos sulfatados (PS) de algas marinhas apresentam uma série de atividades biológicas, tais como atividade antiinflamatória, antitumoral, antimetastática, antiproliferativa, antiviral, anticoagulante, antitrombótica e imunostimulante (Boisson-Vidal et al., 1995; Farias et al., 2000; 2001; 2004). Segundo Miles et al. (2001), a injeção intraperitoneal de ácido algínico (ergosan), um polissacarídeo derivado de macroalgas pardas, em *Channa striata* aumentou a atividade fagocitária dos peixes e a capacidade de inibição do fungo *Aphanomyces invadans*. Quando este polissacarídeo foi administrado na dieta do peixe *Dicentrarchus labrax*, foi observada uma ativação do sistema imune não específico, principalmente em condições adversas (Bagni et al., 2005). Chotigeat et al. (2004) observaram que o polissacarídeo sulfatado presente em *Sargassum polycystum* foi capaz de proporcionar um aumento na sobrevivência do camarão *Penaeus monodon*, quando os animais foram submetidos à infecção pelo vírus causador da síndrome da mancha branca (WSSV). A administração oral de PS da alga vermelha *Botryocladia occidentalis* proporcionou um aumento significativo no peso médio e no ganho de peso das pós-larvas de *O. niloticus*, submetidas à reversão sexual (Farias et al., 2004).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento em peso de pós-larvas do camarão, *L. vannamei*, submetidas a banhos de imersão com diferentes concentrações de PS extraídos da alga marinha *B. occidentalis*.

Material e Métodos

Obtenção das algas marinhas e extração dos polissacarídeos sulfatados

A alga marinha vermelha *B. occidentalis* foi coletada na Praia do Pacheco, município de Caucaia-Ceará. Após a coleta, o material foi lavado com água destilada, sendo retiradas as epífitas e outros organismos. Em seguida, as algas foram desidratadas ao sol e cortadas em pequenos pedaços. Para a extração dos PS, duas gramas da alga seca foram hidratadas com 100 mL de tampão acetato de sódio 0,1 M, pH 5,0 + cisteína 5 mM e EDTA 5mM. Em

seguida, foram adicionados 7 mL de uma solução de papaína bruta (30 mg.mL^{-1}), sendo a mistura incubada em banho-maria a 60°C por 24 horas. Após esse período, o material foi filtrado, centrifugado ($18.000 \times g$; 4°C ; 20 min.) e, ao sobrenadante, foram adicionados 6,4 mL de CPC. 10% (cloreto de cetylpiridinium) para precipitação dos PS por 24 horas à temperatura ambiente. Logo após a precipitação, o precipitado foi lavado com 244 mL de C.P.C. 0,05%, dissolvido em 70 mL de NaCl 2M:etanol absoluto (100:15; v/v) e submetido a uma nova precipitação (24 horas; 4°C) através da adição de mais 122 mL de etanol absoluto. Em seguida, o material foi centrifugado ($18.000 \times g$; 4°C ; 20 min.) e submetido a duas lavagens com 244 mL de etanol 80% e uma com o mesmo volume de etanol absoluto. Finalmente, o precipitado foi seco em estufa a 60°C por aproximadamente 24 horas, sendo obtidos, aproximadamente, 80 mg de matéria seca.

Obtenção e aclimação dos camarões

Pós-larvas (PL 12) do camarão *L. vannamei* foram obtidas de um laboratório comercial no Estado do Rio Grande do Norte. Os organismos foram transportados em sacos plásticos contendo água salobra (10‰) na densidade de 16.000 PL(s) em cada saco.

Em seguida, as PL(s) foram transferidas para um tanque berçário de 100 m^3 com o objetivo de serem aclimatadas em água com baixa salinidade (0,6‰). Ao final de 8 dias de aclimação, os camarões (PL 20) estavam completamente adaptados nesta salinidade. Os camarões foram alimentados, de duas em duas horas, na proporção de 20% da biomassa estocada, utilizando uma ração com 40% de proteína bruta e biomassa de artêmia.

Banhos de imersão

Após a aclimação, os camarões (PL 20) com peso médio de 16 mg foram estocados, aleatoriamente, em 16 caixas de isopor com 20 L de água numa densidade de 20 PL(s).L⁻¹. A água foi mantida sob aeração constante e apresentou valores médios de pH e temperatura de $8,0 \pm 0,7$ e $28,8 \pm 1,1^\circ\text{C}$ (Médias \pm DP), respectivamente.

No experimento foram testadas concentrações de 0 (controle); 0,5; 1,0 e $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ de (PS) administradas por meio de banhos de imersão nas PL(s) de camarão. Os de PS foram dissolvidas na água do próprio cultivo em banho maria a 60°C . O experimento teve duração de 8 (oito) dias e foram realizadas três imersões com intervalo de repouso de 24 h entre cada imersão, sendo a água do banho totalmente descartada entre uma imersão e outra. A duração do banho de imersão foi de 6 (seis) horas e, no final do experimento, todos os animais foram contados e

pesados para a determinação das taxas de sobrevivência e ganhos de peso. No controle, foram realizados banhos de imersão sem PS.

Os camarões foram alimentados, três vezes ao dia (7:00; 15:00 e 19:00 horas), com ração comercial (40% PB) a uma taxa de arraçoamento de 20% da biomassa, exceto nos dias de imersão. As variáveis temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água foram monitoradas diariamente e os restos de ração e dejetos dos camarões removidos a cada troca completa de água.

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando foi observada diferença entre as médias, aplicou-se o teste *t* não pareado ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Sobrevivência

As taxas médias de sobrevivência das PL(s) obtidas para os tratamentos 0,5; 1,0; $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ e controle foram $30,63 \pm 5,56$; $36,10 \pm 5,71$; $26,20 \pm 4,00$ e $23,50 \pm 5,59\%$ (Médias \pm DP), respectivamente (Tabela 1). A análise de variância mostrou que as mesmas apresentaram diferenças significativas ao nível de 5%. A análise posterior, utilizando o teste *t*, mostrou que as taxas de sobrevivência entre os tratamentos 0,5 e $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$; 0,5 e $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$; $0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ e controle, e $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ e controle não apresentaram diferenças significativas.

Por outro lado, as taxas médias de sobrevivência obtidas para os tratamentos 1,0 e $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ e controle diferiram significativamente ao nível de 5%. Dessa forma, as PL(s) do tratamento $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ apresentaram uma maior taxa de sobrevivência do que as dos tratamentos $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ e controle (s/PS), não diferindo da taxa de sobrevivência obtida para o tratamento $0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$. Campa-Córdova et al. (2002) verificaram que a imersão de juvenis do camarão *L. vannamei*, durante 6 horas, em soluções contendo polissacarídeos, aumentou a produção do ânion superóxido e a atividade da enzima superóxido dismutase, indicando um efeito imunestimulante. Este efeito foi 2,0 e 1,4 vezes maior do que o observado nos controles, quando os animais foram imersos em soluções de β -glucano e PS, respectivamente.

Alguns trabalhos têm evidenciado a relação existente entre a imunostimulação e a aceleração do crescimento, bem como com um aumento da sobrevivência após

Tabela 1 - Taxas médias de sobrevivência e médias do ganho de peso final (Médias \pm DP*), por tratamento, das PL(s) do camarão *L. vannamei*, submetidas a banhos de imersão. Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa ao nível de 5%

| Tratamentos | Sobrevivência (%) | Ganho de Peso (mg) |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| 0,5 μ g.L ⁻¹ | 30,63 \pm 5,56 ac | 23,37 \pm 3,43 |
| 1,0 μ g.L ⁻¹ | 36,10 \pm 5,71 ab | 28,30 \pm 5,76 |
| 1,5 μ g.L ⁻¹ | 26,20 \pm 4,00 c | 25,80 \pm 2,06 |
| Controle | 23,50 \pm 5,59 c | 24,17 \pm 3,40 |

* DP - Desvio padrão

infecções causadas por bactérias e vírus, tanto em peixes como em crustáceos (Sakai, 1999).

Neste trabalho, a imersão de PL(s) do camarão *L. vannamei* em uma solução contendo 1,0 μ g.L⁻¹ de PS extraídos de *B. occidentalis*, aumentou significativamente a sobrevivência dos animais. Por outro lado, não foi observado nenhum aumento significativo no ganho de peso dos animais tratados com os polissacarídeos. Chotigeat et al. (2004) demonstraram que a administração oral de fucoïdam, um PS extraído da alga marinha parda *Sargassum polycystum*, no camarão *Penaeus monodon*, aumentou a taxa de sobrevivência dos animais submetidos à infecção pelo vírus causador da síndrome da mancha branca (WSSV). O controle da infecção pelo WSSV em camarões já tinha sido reportado para *Penaeus japonicus*, quando submetidos a dietas contendo outro fucoïdam extraído da alga parda *Cladosiphon okamuranus* (Takahashi et al., 1998).

Itami et al. (1998) demonstraram que camarões *P. japonicus*, administrados oralmente, durante 65 dias, com peptídeo-glucano, tiveram melhor sobrevivência (63,4%) quando submetidos à infecção com *V. penaeicida*, comparados ao controle (25%). Quando o período de administração foi estendido para 95 dias, as taxas de sobrevivência foram 81,7% e 20%, para os camarões administrados com glucano e o controle, respectivamente.

No presente trabalho, as PL(s) do camarão *L. vannamei* submetidas a banhos de imersão, em soluções contendo os PS de *B. occidentalis*, apresentaram uma taxa de sobrevivência de 36,1% contra 21,5% do controle sem PS. Este pequeno aumento pode ser explicado pelo curto período de administração dos polissacarídeos (8 dias). De fato, quando Itami et al. (1998) prorrogaram o período de administração do peptídeo-glucano em *P. japonicus*, a taxa de sobrevivência também aumentou.

Vários autores também reportaram o efeito benéfico na sobrevivência de peixes, quando submetidos a tratamentos contendo imunoestimulantes. Park & Jeong (1996) relataram que tilápias, *Oreochromis niloticus*, submetidas

à infecção com *Edwardsiella tarda* e tratadas oralmente ou intraperitonealmente com peptídeo-glucano (PS-K), apresentaram taxa de sobrevivência significativamente maior em relação ao controle. Jeney & Anderson (1993) mostraram que trutas, *Oncorhynchus mykiss*, imersas em solução com imunoestimulantes e submetidas à infecção com *Aeromonas salmonicida*, tiveram a mortalidade adiada quando comparadas com o controle.

Couso et al. (2003) mostraram que a administração oral de glucanos em *Spaarus aurata*, submetidos à infecção por *Photobacterium damsale*, resultou na redução das taxas de mortalidade dos peixes. Os autores discutiram também a importância da concentração e do período de administração do glucano para se obter uma proteção ótima contra esta doença.

A administração de peptídeo-glucano (PS-K) nas doses de 0,025; 0,1 e 0,4 mg.g⁻¹ de peso promoveram um grau de proteção similar em tilápias, quando submetidas à infecção por *E. tarda*. No entanto, quando uma dose maior foi administrada (0,9 mg.g⁻¹) foi observada uma resistência menor que as doses mais baixas, demonstrando a existência de uma ótima para se obter um efeito máximo (Park & Jeong, 1996).

Neste trabalho, o aumento na sobrevivência das pós-larvas de *L. vannamei*, submetidas a banhos de imersão com PS de *B. occidentalis*, não se mostrou dependente da dose. Na realidade, a dose intermediária de 1,0 μ g.L⁻¹ foi a que apresentou o melhor resultado. Quando se aumentou a dose para 1,5 μ g.L⁻¹ não foi observada nenhuma melhora na taxa de sobrevivência dos animais.

Segundo Takahashi et al. (1998), em camarões *P. japonicus* submetidos à infecção com o vírus da mancha branca (WSSV), a administração oral do fucoïdam, (extraído da alga marinha parda *Cladosiphon okamuranus*), nas concentrações de 60 e 100 mg.kg⁻¹ camarão.dia⁻¹ durante 15 dias, resultou em uma sobrevivência média de 77 e 76%, respectivamente, enquanto que no controle (sem fucoïdam), a taxa de sobrevivência foi de 0%. Porém, o aumento na dose de 60 para 100 mg não elevou a taxa de sobrevivência.

Baixas doses de polissacarídeos sulfatados produzem uma resposta melhor em relação à sobrevivência e/ou ganho de peso do que doses mais elevadas, sendo o efeito dos imunoestimulantes diretamente dependente de uma dose ideal, pois altas doses podem ser inibidoras da resposta imunológica (Sakai, 1999).

Os PS de *B. occidentalis* foram caracterizados recentemente (Farias et al., 2000) sendo constituídos, principalmente, de unidades repetitivas de um dissacarídeo

composto de D-galactose sulfatada. Esse polissacarídeo sulfatado apresentou uma potente atividade anticoagulante. Além disso, quando testado em um modelo de trombose venosa em ratos, apresentou também atividade antitrombótica. No entanto, a atividade antitrombótica desse polissacarídeo também não foi dose-dependente neste modelo, perdendo a atividade em doses elevadas. Dessa forma, quando o PS foi administrado, intravenosamente, na dose de 0,2 mg.kg⁻¹ de peso, atingiu seu efeito máximo e, quando a dose foi elevada para 0,5 mg.kg⁻¹ de peso, a atividade foi completamente abolida (Farias et al., 2001).

Assim, em experimentos de atividade biológica utilizando polissacarídeos sulfatados de algas marinhas é extremamente importante a determinação da dose ideal para se obter o melhor efeito.

Ganho de Peso

As médias dos ganhos de peso finais das PL(s) obtidas para os tratamentos 0,5; 1,0; 1,5 µg.L⁻¹ e controle foram 23,37 ± 3,43; 28,3 ± 5,76; 25,8 ± 2,06 e 24,17 ± 3,40 mg (Média ± DP), respectivamente (Tabela 1). A análise de variância evidenciou que não houve diferenças significativas entre as médias de ganhos de peso.

A atividade imunoestimulante também pode ser traduzida em um aumento no ganho de peso dos animais, o que é considerado um efeito adicional da estimulação do sistema imunológico de peixes e camarões (Sakai, 1999).

As PL(s) do camarão *L. vannamei*, imersas em solução de PS de *B. occidentalis*, não apresentaram diferença significativa em relação ao ganho de peso, quando comparados ao controle. No entanto, quando estes mesmos polissacarídeos foram administrados na ração de alevinos de tilápia, *O. niloticus*, foi observado um ganho de peso e peso médio final, significativamente maior (Farias et al., 2004). Os autores também não observaram um efeito dose-dependente, sendo que a dose intermediária de 0,1 mg.g⁻¹ de peso vivo mostrou melhor resultado.

A maioria dos trabalhos com imunoestimulantes utilizam alguma forma de estresse nos peixes e/ou camarões para induzir uma diminuição nas defesas desses organismos e assim avaliar a eficácia das compostos testados. A forma mais comum é a utilização de microorganismos patogênicos (Jeney & Anderson, 1993; Park & Jeong, 1996; Takahashi et al., 1998; Couso et al., 2003; Chotigeat et al., 2004). No entanto, outros mecanismos como o estresse por transporte e manuseio excessivo dos animais também têm sido utilizados.

Jeney et al. (1977) utilizaram diferentes doses de glucanos para testar sua eficácia em ativar o sistema imunológico não específico de trutas, *O. mykiss*, submetidas a um estresse de transporte durante duas horas. Os autores concluíram, inicialmente, que o transporte diminuiu as defesas dos animais. No entanto, quando os peixes foram alimentados com baixas doses de glucanos, algumas semanas antes do transporte, observou-se uma prevenção nos efeitos negativos do estresse.

No presente trabalho, a aplicação dos banhos de imersão mostrou-se bastante estressante, pois, após cada troca total de água, foi observada uma relativa mortalidade das PL(s) em todos os tratamentos. Assim, a redução da mortalidade neste experimento pode ser considerada um efeito adicional de uma possível imunoestimulação.

A avaliação direta da atividade imunoestimulante em camarões deverá levar em conta alguns indicadores como, por exemplo, o aumento do número total de hemócitos, a elevação da atividade hemaglutinante da hemolinfa e o aumento na produção de óxido nítrico (Espinosa et al., 2002). No entanto, a avaliação de uma possível atividade através de um aumento no crescimento e/ou sobrevivência dos animais testados é um primeiro passo para a seleção de novos compostos imunoestimulantes.

Os PS obtidos da macroalga marinha vermelha *B. occidentalis* apresentam um grande potencial para melhorar a produção na aquicultura, seja através de um aumento no crescimento e/ou ganho de peso em alevinos de tilápias ou melhorando a sobrevivência de PL(s) de camarões. Dessa forma, sugerimos que outros estudos avaliem a atividade dos postes compostos nos fluidos corporais desses animais.

Variáveis Físico – Químicas

Durante o experimento, as variáveis físico-químicas apresentaram as seguintes médias: 28,5 ± 0,88°C para a temperatura, 8,06 ± 0,16 para o pH e 6,48 ± 0,44 mg.mL⁻¹ para o oxigênio dissolvido, mantendo-se dentro dos valores recomendados para o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*.

Conclusão

Os resultados do presente estudo demonstraram que a administração de 1,0 µg.L⁻¹ de polissacarídeos sulfatados, obtidos da alga marinha vermelha *B. occidentalis*, por meio de banhos de imersão, aumentou a sobrevivência de pós-larvas do camarão marinho *L. vannamei*.

Agradecimentos

O presente trabalho contou com o apoio financeiro do MCT/PADCT/CNPq.

Referências Bibliográficas

BAGNI, M.; ROMANO, N.; FINOIA, M. G.; ABELLI, L.; SCAPIGLIATI, G.; TISCAR, P. G.; SARTI, M.; MARINO, G. Short- and long-term effects of a dietary yeast β -glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Fish and Shellfish Immunology**, v.18, n.4, p.311-325, 2005

BOISSON-VIDAL, C.; HAROUN, F.; ELLOUALI, M.; BLONDIN, C.; FISHER, A. M.; DE AGOSTINE, A.; JOZEFONVICZ, J. Biological activities of polysaccharides from marine algae. **Drugs of the Future**, v.20, n.12, p.1237-1249, 1995.

CAMPA-CÓRDOVA, A. I.; HERNÁNDEZ-SAAVEDRA, N. Y.; DE PHILIPPIS, R.; ASCENCIO, F. Generation of superoxide anion and SOD activity in haemocytes and muscle of american White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as a response to β -glucan and sulfated polysaccharide. **Fish and Shellfish Immunology**, v.12, p.353-366, 2002.

CHOTIGEAT, W.; TONGSUPA, S.; SUPAMATAYA, K.; PHONGDARA, A. Effect of fucoidan on disease resistance of black tiger shrimp. **Aquaculture**, v.233, n.1-4, p.23-30, 2004.

COOK, M. T.; HAYBALL, P. J.; HUTCHINSON, W.; NOWAK, B. F.; HAYBALL, J.D. Administration of a commercial immunostimulant preparation, EcoActiva as feed supplement enhances macrophage respiratory burst and the growth rate of snapper (*Pagrus auratus*, Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. **Fish and Shellfish Immunology**, v.14, n.4, p.333-345, 2003.

COUSO, N.; CASTRO, R.; MAGARINOS, B.; OBACH, A.; LAMAS, J. Effect of oral administration of glucans on the resistance of gilthead seabream to pasteurellosis. **Aquaculture**, v.219, n.1-4, p.99-109, 2003.

ESPINOSA, G; RODRÍGUEZ-RAMOS, T; MARRERO, J.; RAMOS, L.; BORRELL, Y.; BÉCQUER, U.; NODAS, F.; HERNÁNDEZ, N. D. Efectores inmunitarios como herramientas en la prevención de enfermedades en el Camarón Blanco *Litopenaeus schmitti*. CIVA - I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 765-777, 2002. Disponível em: <http://www.civa2002.org>. Acesso em: 15 set. 2002.

FARIAS, W. R. L.; NAZARETH, R. A.; MOURAO P. A. S. Dual effects of sulfated D-galactans from the red algae *Botryocladia occidentalis* preventing thrombosis and inducing platelet aggregation. **Thrombosis and Haemostasis**, v.86, n.6, p.1540-1546, 2001.

FARIAS, W. R. L.; REBOUÇAS, H. J.; TORRES, V. M.; RODRIGUES, J. A. G.; PONTES, G. C.; SILVA, F. H. O. Enhancement of growth in tilapia fingerlings (*Oreochromis*

niloticus) by sulfated D-galactans extracted from marine algae. **Ciência Agrônômica**, v.35, n. especial, p.189-195, 2004.

FARIAS, W. R. L.; VALENTE, A. P.; PEREIRA, M. S.; MOURÃO, P. A. S. Structure and anticoagulant activity of sulfated galactans: Isolation of a unique sulfated galactan from the red algae *Botryocladia occidentalis* and comparison of its anticoagulant action with that of sulfated galactans from invertebrates. **Journal of Biological Chemistry**, v.275, n.38, p.29299-29307, 2000.

ITAMI, T.; ASANO, M.; TOKUSHIGE, K.; KUBONO, K.; NAKAGAWA, A.; TAKENO, N.; NISHIMURA, H.; MAEDA, M.; KONDO, M.; TAKAHASHI, Y. Enhancement of disease resistance of kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*, after oral administration of peptidoglycan derived from *Bifidobacterium thermophilum*. **Aquaculture**, v.164, n.1-4, p.277-288, 1998.

JENEY, G.; ANDERSON, D. P. Enhanced immune response and protection in rainbow trout to *Aeromonas salmonicida* bacterin following prior immersion in immunostimulants. **Fish and Shellfish Immunology**, v.3, n.1, p.51-58, 1993.

JENEY, G.; GALEOTTI, M.; VOLPATTI, D.; JENEY, Z.; ANDERSON, D.P. Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. **Aquaculture**, v.154, n.1, p.1-15, 1997.

JURGENFELD, V. Suspeita de vírus em camarão de SC. **Valor Econômico-SP. Disponível em: < http://www.agribands.com.br>. Acesso em: 21 fev.2005.**

LIGHTNER, D.V.; PANTOJA, C.R.; POULOS, B.T.; TANG, K.F.J.; REDMAN, R.M.; ANDREAS, T.; BONAMI, J.R. Infectious Myonecrosis (IMN): a new virus disease of *Litopenaeus vannamei*. In: AQUACULTURE 2004, Honolulu. Resumos...Honolulu: Hawaii, 2004. p.113.

MILES, D. J. C.; POLCHANA, J.; LILLEY, J. H.; KANCHANAKHAN, S.; THOMPSON, K. D.; ADAMS, A. Immunostimulation of striped snakehead *Channa striata* against epizootic ulcerative syndrome. **Aquaculture** v.195, p.1-15, 2001.

PARK, H. H.; JEONG, H. D. Enhanced resistance against *Edwardsiella tarda* in tilapia (*Oreochromis niloticus*) by administration of protein-bound polysaccharide. **Aquaculture**, v.143, n.3, p.135-143,1996.

SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. **Aquaculture**, v.172, p.63-92, 1999.

TAKAHASHI, Y.; UEHARA, K.; WATANABE, R.; OKUMURA, T.; YAMASHITA, T.; OMURA, H.; YOMO, T.; KANEMITSU, A.; KAWANO, T.; NARASAKA, H.; SUZUKI, N.; ITAMI, T. Efficacy of oral administration shrimp in Japan. Bangkok: FLEGEL, T.W. (Ed.). **Advances in shrimp biotechnology**. National Center of Genetic Engineering and Biotechnology, 1998, p.171-173.

VADSTEIN, O. The use of immunostimulation in marine larviculture: possibilities and challenges. **Aquaculture**, v.155, n.1-4, p.405-421, 1997.