

## INFLUÊNCIA DO BIOFILME NO CRESCIMENTO DO CAMARÃO-ROSA *Farfantepenaeus paulensis* EM SISTEMAS DE BERÇÁRIO

EDUARDO LUIS CUPERTINO BALLESTER, WILSON WASIELESKY JUNIOR,  
RONALDO OLIVERA CAVALLI, MARCOS HENRIQUE SILVA SANTOS & PAULO CÉSAR ABREU  
Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Oceanografia, Laboratório de Maricultura,  
CP 474, Rio Grande, RS, CEP– 96201-900, eduardo.ballester@bol.com.br

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do biofilme sobre o crescimento de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em sistema de gaiolas-berçários localizadas em uma enseada rasa do estuário da Lagoa dos Patos - RS. Pós-larvas de 25 dias (PL25) com peso médio de 14 mg, foram estocados na densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup> em gaiolas com 4m<sup>2</sup> de fundo, entre 23 de fevereiro e 25 de março de 2001. Três gaiolas formaram o tratamento "com biofilme" – CB e foram colocadas no ambiente dez dias antes do início do experimento. Outras três gaiolas compuseram o tratamento "sem biofilme" – SB onde a panagem foi trocada a cada 10 dias, minimizando a fixação do biofilme. Ao final do experimento constatou-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as sobrevivências médias dos camarões nos dois tratamentos, entretanto as pós-larvas do tratamento CB tiveram um crescimento (peso úmido) significativamente maior ( $p < 0,05$ ) que aquelas do tratamento SB onde a fixação do biofilme foi limitada.

**PALAVRAS CHAVE:** *Farfantepenaeus*; biofilme; berçário; cultivo de camarões; gaiolas.

### ABSTRACT

#### Influence of the biofilm on the growth of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* reared in nursery systems

This study evaluated the influence of biofilm on the growth of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* reared in nursery cages in a shallow estuarine inlet of Patos Lagoon, southern Brazil. *F. paulensis* postlarvae (PL25, mean weight 14 mg) were stocked at a density of 300 shrimps/m<sup>2</sup>, from February, 23 to March 25; 2001. The experimental design consisted of two treatments: in the first one, three 4m<sup>2</sup> cages were installed in the estuarine inlet 10 days before the beginning of the experiment and the biofilm attached to them was not cleaned off throughout the experimental period. In the second treatment, three cages were exchanged every 10 days in order to limit biofilm attachment. At the end of the experiment, there was no significant difference in the survival between treatments, but postlarvae from the treatment with biofilm had a significantly ( $p < 0.05$ ) higher growth than those reared in cages where biofilm attachment was reduced.

**KEY WORDS:** *Farfantepenaeus*; biofilm; nursery; shrimp culture; cages.

## 1 – INTRODUÇÃO

O cultivo de camarões marinhos está em constante desenvolvimento no Brasil e no mundo, pois é uma alternativa para a estagnação da produção pesqueira, que se encontra próxima ao seu rendimento máximo sustentável (FAO 2000). A necessidade de produzir alimento para o consumo humano proporciona um incentivo para o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de cultivo aquícola, visando não só expandir a quantidade produzida, mas também buscando proporcionar o aproveitamento racional dos recursos naturais. Atualmente tem crescido a necessidade de produzir organismos cultivados de maneira sustentável, evitando-se maiores impactos ao meio ambiente (Gomes 2000). O desenvolvimento de estratégias para aumentar a produção primária em sistemas extensivos e semi-extensivos como alternativa ou complemento para o alimento artificial, tem obtido bons resultados, um exemplo é o método "acaja" para produção de peixes no oeste africano (Shresta 1994). Este método é baseado na colocação de galhos de árvores em águas rasas com o intuito de criar refúgios para os peixes e substratos para o desenvolvimento de biofilme (comunidade de microorganismos associada a uma matriz orgânica e aderida a superfícies submersas), o qual é consumido pelos peixes. Moriarty (1997) descreveu a função dos microorganismos nas cadeias alimentares aquáticas salientando sua importância como parte da dieta dos organismos cultivados. Ramesh *et al.* (1999) definem o biofilme fixado em superfícies submersas como "uma complexa comunidade composta por organismos autotróficos e heterotróficos tais como bactérias, protozoários, fungos e algas envolvidas por uma matriz extracelular de polisacarídeos secretada pelas bactérias", no mesmo trabalho os autores destacam a importância de se promover o desenvolvimento do biofilme como uma estratégia para incrementar a produção de peixes. Azim *et al.* (2001) demonstraram um incremento na produção de *Labeo rohita* com a utilização de bambus para aumentar o substrato disponível para fixação de biofilme e conseqüentemente a produção primária dos viveiros de cultivo. Abreu *et al.* (1998), aplicando conceitos de ecologia microbiana aquática no cultivo de larvas e juvenis de *Farfantepenaeus paulensis*, verificaram a importância dos microorganismos presentes no biofilme na alimentação, na

manutenção da qualidade da água e também no controle de patógenos.

Dentro deste contexto, desde 1994, pesquisadores da Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG vêm elaborando um pacote tecnológico para o cultivo do camarão-rosa *F. paulensis* em estruturas alternativas de baixo custo – gaiolas e cercados. Neste sentido, já foram realizadas diversas pesquisas que vão desde a indução à maturação dos reprodutores até a engorda dos camarões em gaiolas, viveiros e cercados (Cavalli *et al.* 1997, Cavalli *et al.* 1998 & Wasielesky *et al.* 1999). Entretanto na etapa de berçário, ainda existem algumas lacunas a serem preenchidas para estabelecer as melhores condições para o seu crescimento.

A fase de berçário caracteriza-se pela utilização de altas taxas de renovação de água, elevadas densidades de estocagem e fornecimento de alimento inerte, visando a produção de camarões maiores e mais resistentes, os quais geralmente atingem uma maior sobrevivência e maior tamanho, proporcionando um menor período de cultivo (Apud *et al.* 1983). Além disso, juvenis maiores são mais tolerantes a mudanças abruptas das condições ambientais, típicas das regiões estuarinas, e têm maior capacidade de fuga de eventuais predadores existentes nos viveiros (Rodriguez *et al.* 1993).

A utilização de gaiolas-berçário instaladas diretamente dentro dos viveiros ou cercados onde os camarões são cultivados, traz algumas vantagens: 1 – os camarões não sofrem maiores manipulações no momento da liberação para o ambiente de engorda, além de já estarem perfeitamente adaptados às condições ambientais do local; 2 – diminuem-se os gastos com as atividades de manutenção no laboratório, *e. g.*, renovação e aquecimento da água e 3 – incremento da disponibilidade de alimento natural para o crescimento dos camarões, *e. g.* biofilme.

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar a influência do biofilme formado nas panagens das gaiolas-berçário sobre o crescimento e sobrevivência de pós-larvas camarão-rosa *F. paulensis* cultivados em uma região estuarina rasa da Lagoa dos Patos.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

As pós-larvas utilizadas no experimento (PL 25, peso médio 14 mg) foram provenientes de larviculturas realizadas na Estação Marinha de Aquicultura (EMA-FURG). Estas foram aclimatadas durante 10 dias à salinidade do ambiente ( $5\pm 1$ ) e transportadas para a enseada estuarina do Saco do Justino, (Lagoa dos Patos – RS – Brasil), onde foram distribuídas aleatoriamente em 6 gaiolas (fixas) na densidade de estocagem de 300 PLs/m<sup>2</sup>. O período experimental transcorreu de 23 de fevereiro a 25 de março de 2001. As gaiolas usadas foram confeccionadas em polyester revestido de PVC com abertura de malha de 1,5 mm, possuíam 1,20 m de altura e uma superfície de 4 m<sup>2</sup> de fundo. Durante o período experimental a temperatura e a salinidade da água foram monitoradas diariamente utilizando-se termômetro de mercúrio ( $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ) e refratômetro ótico ( $\pm 1$ ). O pH, o oxigênio dissolvido, e a amônia foram monitorados a cada cinco dias através de medição direta com pHmetro ( $\pm 0,01$ ), método clássico de Winkler (Strickland & Parsons 1972) e método da UNESCO (1983), respectivamente. As leituras de absorvância foram feitas com um espectrofotômetro digital B 342 II– Micronal. Todos os parâmetros abióticos foram medidos dentro das gaiolas e em área externa de controle a uma distância mínima de 30 m do local onde as gaiolas foram fixadas. A comparação entre as médias dos tratamentos e da área controle dos parâmetros abióticos foi realizada através de ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ), após confirmadas a normalidade através do teste K-S e a homocedasticidade através do teste de Levene.

O experimento consistiu em dois tratamentos: tratamento SB – “sem biofilme” e tratamento CB – “com biofilme”. No tratamento CB 3 gaiolas foram colocadas na água dez dias antes da estocagem, para permitir a fixação prévia do biofilme. No tratamento SB, 3 gaiolas foram colocadas no 1º dia de experimento e suas panagens foram trocadas a cada dez dias, para evitar o crescimento excessivo de biofilme, simulando a situação onde existe um manejo de limpeza das gaiolas. Com o objetivo de minimizar a manipulação dos camarões durante a troca das gaiolas, esta era feita da seguinte maneira: uma nova gaiola era colocada ao redor da que estava em uso, esta então era solta e retirada, portanto os camarões em nenhum momento eram retirados da água. Nos dois

tratamentos foram colocados substratos verticais na coluna d'água, para aumentar a área disponível para a fixação de biofilme. Estes substratos foram feitos com panagens de tela de mosquito (polietileno), atadas a um bambu, na parte superior que funcionou como um flutuador, mantendo o substrato completamente imerso. A abertura da malha do substrato era de 1mm e a área total colocada por gaiola foi de 8m<sup>2</sup>, proporcionando um aumento de cerca de 100% de superfície para fixação do biofilme. No tratamento SB estes substratos foram lavados no mesmo dia da troca das gaiolas. Os camarões foram alimentados diariamente com ração Camaronina Purina®, em uma taxa de arraçoamento de 50% da biomassa nos primeiros dez dias, 20% da biomassa do décimo primeiro ao vigésimo dia e 10% da biomassa do vigésimo primeiro ao trigésimo dia (final do experimento), conforme recomendado para esta espécie nas mesmas condições de cultivo por Wasielesky (2000).

Com o objetivo de avaliar o crescimento dos camarões, foram realizadas biometrias a cada dez dias, quando foram pesados 50 camarões de cada gaiola (peso úmido), os quais eram devolvidos às suas respectivas gaiolas. A taxa de sobrevivência dos camarões foi obtida através da contagem dos organismos em cada gaiola ao final do experimento. Os níveis de clorofila *a* foram usados como indicadores do grau de fixação do biofilme, pois segundo Thompson *et al.* (2002) a concentração de clorofila *a* seria um indicador da maturidade do biofilme. Para avaliar os níveis de clorofila *a* presente no biofilme, nos dias de biometria foram cortados dois fragmentos das telas de mosquito (3 x 3 cm) de cada gaiola a 20 cm da superfície da água. A extração do pigmento fotossintético ocorreu em frascos contendo acetona 90% (Merck® PA), no escuro, a -12°C por 24 horas. A concentração da clorofila *a* foi determinada por espectrofotometria (Strickland & Parsons 1972), utilizando-se cubeta com 1cm de trajeto ótico em um espectrofotômetro digital B 342 II– Micronal, quando foram determinadas as absorbâncias em dois diferentes comprimentos de onda (630 e 664nm). O cálculo das concentrações foi realizado utilizando as equações propostas por Jeffrey & Humphrey (1975).

As médias de sobrevivência, peso dos camarões e concentração de clorofila *a* foram submetidos ao “teste t” para detectar a ocorrência de diferenças significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre as variáveis dos diferentes tratamentos, após confirmadas a normalidade através do teste K–S e a homocedasticidade através do teste de Levene.

### 3 – RESULTADOS

Os valores de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e amônia nos dois tratamentos estão apresentados na Tabela 1. Não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) nas médias dos valores encontrados entre os tratamentos e entre os valores medidos nas gaiolas e na área externa de controle.

TABELA 1 – Variáveis ambientais da água medidas ao longo do período experimental nos dias de biometria no interior das gaiolas (n = 3) dos tratamentos SB tratamento onde as gaiolas fixas foram trocadas a cada dez dias e CB tratamento onde as gaiolas não foram trocadas e em área externa de controle (C).

Tempo (dias)	0			10			20			30		
	CB	SB	C	CB	SB	C	CB	SB	C	CB	SB	C
Salinidade	8	8	8	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Temperatura (°C)	29	29	29	28	28	28	26	26	26	22	22	22
pH	8,64±0,1	8,64±0	8,64	8,63±0,1	8,63±0,2	8,63	9,73±0,9	9,64±0,5	9,82	8,94±0,2	8,90±0,3	8,60
N-AT (mg/l)	0,07±0,01	0,08±0,04	0,07	0,07±0,01	0,07±0,01	0,07	0,07±0,01	0,07±0,01	0,07	0,08±0	0,06±0	0,07
O <sub>2</sub> (mg/l)	7,69±0,27	7,52±0,10	8,18	5,11±0,96	5,71±0,59	6,34	5,33±0,34	5,33±0,25	7,02	8,43±0,9	8,43±0,9	8,00

\* Não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos parâmetros de qualidade de água medidos.

As taxas de sobrevivências médias dos camarões foram de 96,1±4,8% no tratamento SB e 99±0,9% no tratamento CB, não apresentando diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre si. A concentração média de clorofila *a* medida no biofilme aderido as panagens das gaiolas, ao longo do experimento, foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em CB (2,90±1,46µg/cm<sup>2</sup>) em relação a SB (0,76±0,86µg/cm<sup>2</sup>) (Fig. 1).

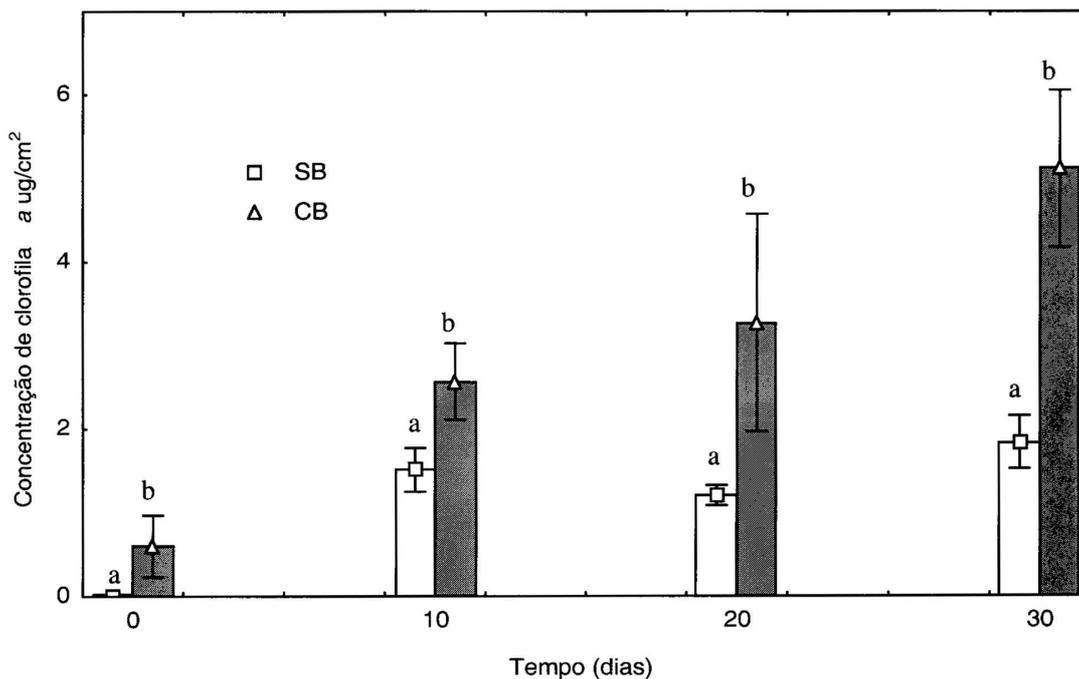


FIGURA 1 – Concentração média de clorofila *a* ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) nas panagens de gaiolas-berçário de *F. paulensis*. Sendo SB- tratamento onde as gaiolas fixas foram trocadas a cada dez dias e CB- tratamento onde as gaiolas não foram trocadas. As barras representam os desvios padrões das médias. Letras iguais no mesmo tempo representam médias estatisticamente não diferentes ( $p>0,05$ ).

Quanto ao peso dos camarões, já na segunda biometria (*i.e.*, 20 dias) foi detectada diferença significativa entre as médias obtidas ( $p<0,05$ ), beneficiando o tratamento CB. Ao final do experimento foi mantida esta diferença significativa entre os tratamentos obtendo-se camarões com peso médio de  $0,50\pm 0,15\text{g}$  (SB) e de  $0,58\pm 0,14\text{g}$  (CB) (Fig. 2).

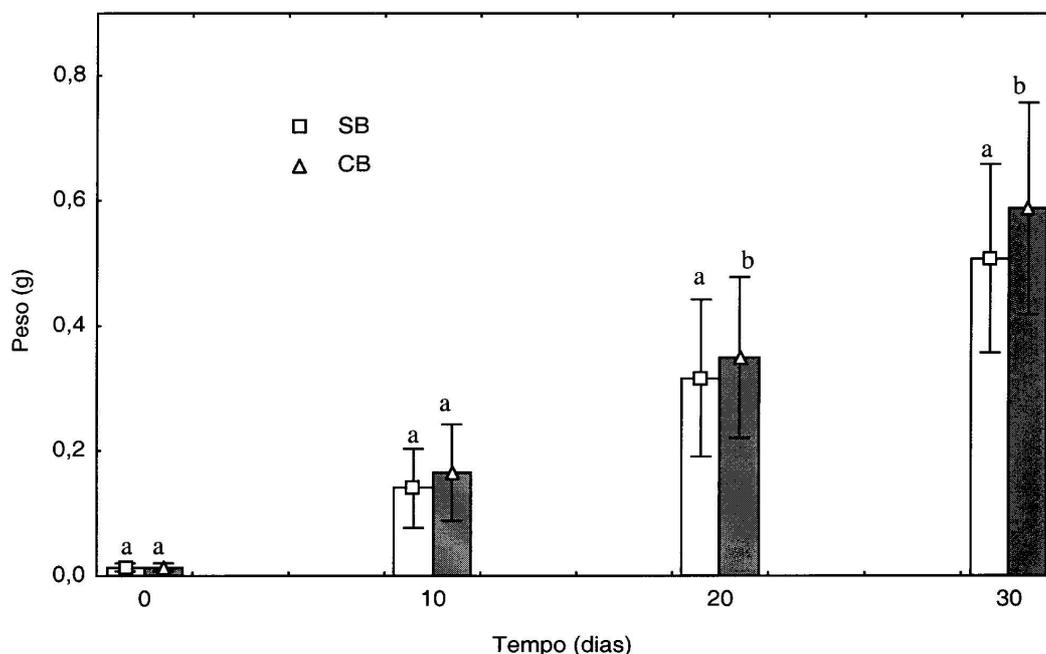


FIGURA 2 – Peso médio (g) de juvenis de *Farfantepenaeus paulensis* cultivados em gaiolas-berçário. SB tratamento onde as gaiolas fixas foram trocadas a cada dez dias e CB tratamento onde as gaiolas não foram trocadas. As barras representam os desvios padrões das médias. Letras iguais no mesmo tempo representam médias estatisticamente não diferentes ( $p>0,05$ ).

#### 4 – DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos avaliados durante o experimento ficaram dentro dos limites estabelecidos como não nocivos para o crescimento e a sobrevivência de *F. paulensis* (Wasielesky 2000), inclusive nas gaiolas onde o biofilme cresceu livremente. A similaridade entre a qualidade da água interna às gaiolas e na área controle sugere que não ocorreu nenhum problema relativo a circulação de água devido a fixação do biofilme.

Os valores relativos à sobrevivência dos camarões também se aproximaram aos valores normalmente encontrados em sistemas de berçário para esta espécie. Thompson *et al.* (2002), trabalhando com sistemas de berçário em laboratório encontrou valores de 89–100% de sobrevivência para juvenis de *F. paulensis*, Wasielewsky *et al.* (1999) relata valores mínimos de 82,58% de sobrevivência de camarões cultivados em cercados no estuário da Lagoa dos Patos, sugerindo que as sobrevivências obtidas no berçário realizado em gaiolas instaladas internamente aos mesmos foi no mínimo igual.

Langis *et al.* (1988) observaram que a presença de biofilme aumentou a produtividade de *Daphnia magna*, e que este efeito era ampliado quando introduzidos, nos tanques de cultivo, substratos extras para aumentar a superfície de fixação do biofilme. Estes autores sugerem que, além do papel nitrificante, o biofilme estaria fornecendo nutrientes ricos em energia e micronutrientes (vitaminas e ácidos graxos). Ramesh *et al.* (1999), utilizando substratos naturais biodegradáveis obtiveram resultados semelhantes em termos de nitrificação da amônia e de crescimento de *Labeo rohita* e *Cyprinus carpio* criados em tanques de cimento. Estes resultados também foram confirmados por Umesh *et al.* (1999), trabalhando com três espécies diferentes, *Cyprinus carpio*, *Labeo rohita* e *Oreochromis mossambicus*. Estes autores concluíram que o biofilme desenvolvido em substratos biodegradáveis aumentou o crescimento destas espécies em aproximadamente 50% em relação aos controles e ainda melhorou a qualidade da água dos cultivos pela diminuição da amônia. Avnimelech (2000) determinou que a presença de microorganismos nos tanques de cultivo aumenta a eficiência da conversão protéica de 20-25% para cerca de 45%, pois estes convertem o nitrogênio inorgânico presente na água e os disponibilizam na forma de proteína microbiana que é ingerida pelos organismos cultivados, economizando o alimento fornecido.

Azim *et al.* (2001) observaram diferença de 77% entre o crescimento de *L. rohita* criados em tanques providos de substratos extras (bambus) e o controle (sem substrato) o mesmo procedimento foi realizado com o *Labeo gonius* entretanto não foram detectadas diferenças significativas em seu crescimento entre os dois tratamentos (com e sem substratos extras) os autores relacionaram estes resultados com a diferença de hábitos alimentares das duas espécies, pois enquanto o *L. rohita* regularmente era observado alimentando-se de biofilme, o *L. gonius* não utilizava o biofilme como fonte alimentar.

Abreu *et al.* (1998), trabalhando com larvas e juvenis de *F. paulensis* e aplicando novos conceitos relacionados com a ecologia de microorganismos aquáticos determinaram que os microorganismos presentes no biofilme (bactérias, ciliados, flagelados e microalgas) representam uma fonte substancial de nitrogênio e fósforo para os camarões cultivados, além de apresentarem na sua composição nutrientes essenciais como ácidos graxos polinsaturados, esteróis e aminoácidos. Thompson *et al.* (2002), além de verificarem a melhoria na qualidade de água em tanques de larvicultura de *F. paulensis* com biofilme, encontraram diferenças significativas entre o crescimento de juvenis desta espécie cultivados na presença ou na ausência de biofilme. Neste mesmo trabalho o conteúdo estomacal de *F. paulensis*, indicou que este camarão consome ativamente o biofilme de uma forma não seletiva. Wasielesky (2000) observou um maior crescimento de juvenis de *F. paulensis* em gaiolas expostas a maior luminosidade, onde detectou-se maior formação de biofilme. Os resultados dos experimentos com *F. paulensis* estão de acordo com estudos realizados com outras espécies de camarões peneídeos (Bartlett *et al.* 1993; Moss & Pruder 1995; Stoner & Zimmermam 1988) os quais demonstram a importância do biofilme na alimentação dos camarões em cultivo.

Neste experimento foi demonstrada a influência positiva do biofilme sobre o crescimento dos camarões, sugerindo que nas gaiolas onde permitiu-se livremente o crescimento de biofilme, os camarões obtiveram uma fonte de alimento suplementar, disponível 24 horas por dia e que não afetou negativamente a qualidade da água

do cultivo. Estes resultados confirmam a importância da utilização do biofilme na fase de berçário do camarão-rosa *F. paulensis*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Pólo Pesqueiro STC–RS, FAPERGS e CNPq, pelo apoio para a realização deste trabalho.

## LITERATURA CITADA

- ABREU, PC, FL THOMPSON, WJr WASIELEWSKY & RO CAVALLI 1998. New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: food source, water quality and diseases control. Anais do Aquicultura Brasil'98. Recife, Pernambuco, Nov. 2-6, 1998: 703-709.
- APUD, FD, JH PRIMAVERA, & PL TORRES. 1983. Farming of prawns and shrimps. Extension Manual 5. SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo, Philippines, 67p.
- AVNIMELECH, Y, 2000, Protein utilization in aquaculture systems. Inter. Conf. AQUA 2000, Nice, France, May 2-6, 2000. 41p.
- AZIM, ME, MA WAHAB, AA VAN DAM, MCM BEVERIDGE & VERDEGEM. 2001. The potencial of periphyton-based culture of two Indian major carps, rohu *Labeo rohita* (Hamilton) and gonia *Labeo gonius* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, 2001: 209-216.
- BARTLETT, P, A HODGSON & P BONILLA. 1993. Growth of *Penaeus vannamei* without feed in cages of plastic netting placed in ponds. Proceedings of "from discovery to commercialization", World Aquaculture Conference, Special publication of European Aquaculture Society, No. 19, 111p.
- CAVALLI, RO, M SCARDUA & W WASIELEWSKY Jr. 1997. Reproductive performance of different-sized wild and pond reared *Penaeus paulensis* females. *J. World Aquac. Soc.*28(3): 260-267.
- CAVALLI, RO, SM PEIXOTO & W WASIELEWSKY Jr. 1998. Performance of *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante) broodstock under long-term exposure to ammonia. *Aquaculture Research*, 29:815-822.
- FAO 2000. World review of fisheries and aquaculture: fisheries resource: trends in production utilization and trade. [www.fao.org/docrep/003/x8002e04.htm#topofpage](http://www.fao.org/docrep/003/x8002e04.htm#topofpage)
- GOMES, LA. 2000. The tao of aquaculture: cultivating aquatic organisms in concert with their microscopic world. *World Aquaculture*,31: 20-61.
- JEFFREY, SW & GF HUMPHREY. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c<sub>1</sub> and c<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen*. 167: 191-194.
- LANGIS, R, D PROULX, J DE LA NOÛE & P COUTURE. 1988. Effects of a bacterial biofilm on intensive *Daphnia* culture. *Aquacultural Engineering*, 7: 21-38.
- MORIARTY, DJW. 1997. The role of microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*, 151: 333-349.
- MOSS, SM, GD PRUDER, KM LEBER & JA WYBAN. 1992. The relative enhancement of *Penaeus vannamei* growth by selected fractions of shrimp pond water. *Aquaculture*, 101: 229-329.
- RAMESH, MR, KM SHANKAR, CV MOHAN & TJ VARGHESE. 1999. Comparison of three plant substrates for enhancing carp growth through bacterial biofilm. *Aquacultural Engineering*, 19: 119-131.
- RODRIGUEZ, EM, I BOMBEO-TUBURAN, S FUKUMOTO & TR TICAR. 1993. Nursery rearing of *Penaeus monodon* (Fabricius) using suspended (hapa) net enclosures installed in a pond. *Aquaculture*, 112: 107-111.
- SHRESTA, MK, CF KNUD-HANSEN. 1994. Increasing attached microorganism biomass as a management strategy for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production. *Aquacultural Engineering*, 13: 101-108.
- STONER, AW & RJ ZIMMERMAN. 1988. Food pathways associated with penaeid shrimps in a mangrove-fringed estuary. *Fish. Bull.*, 86(3): 543-551.
- STRICKLAND, JDH & TR PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board of Canada*. Ottawa, 310p.
- THOMPSON, FL, PC ABREU. & W WASIELEWSKY Jr. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263-278.
- UMESH, NR, SHANKAR & CV MOHAN. 1999. Enhancing growth of common carp, rohu and Mozambique tilapia through plant substrate: the role of bacterial biofilm. *Aquaculture International*, 7: 251-260.
- UNESCO, 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides 12.
- WASIELEWSKY Jr, W, L JENSEN, S PEIXOTO, LH POERSCH, A BIANCHINI. 1999. Cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em cercados no estuário da Lagoa dos Patos. Resumos Expandidos/XII Semana Nacional de Oceanografia. Rio de Janeiro: UERJ, 1:325-327.
- WASIELEWSKY Jr, W, 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo. Rio Grande, FURG. 199p. (Tese de Doutorado)

Entrada: 2/10/2002

Aceite: 27/3/2003