

Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico

Maurício Gustavo Coelho Emerenciano^{1,2*}, Wilson Wasielesky Junior², Roberta Borda Soares², Eduardo Cupertino Ballester², Eduardo Marques Izeppi² e Ronaldo Olivera Cavalli²

¹Programa de Pós-graduação em Aqüicultura, Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Professor Paulo D. Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Programa de Pós-graduação em Aqüicultura Estação Marinha de Aquacultura, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rua do Hotel, 96210-030, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: mauricioemerenciano@hotmail.com

RESUMO. O objetivo do experimento foi avaliar o potencial do cultivo em meio heterotrófico (flocos microbianos) no crescimento e sobrevivência de *Farfantepenaeus paulensis* na fase de berçário. Durante 30 dias foram cultivadas pós-larvas de *F. paulensis* (0,019 ± 0,01 g), em 9 tanques plásticos de 40 litros na densidade de 500 pós-larvas m⁻². Foram utilizados três tratamentos, com três repetições: cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração (FLOC + R); cultivo somente na presença do floco sem fornecimento de ração (FLOC) e cultivo em água clara com o fornecimento de ração (AC + R). Os flocos ou agregados microbianos não acarretaram desempenho superior no crescimento e sobrevivência na fase de berçário de *F. paulensis*.

Palavras-chave: flocos microbianos, berçário, camarão-rosa, desempenho produtivo, *Farfantepenaeus paulensis*.

ABSTRACT. Growth and survival of pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) in nursery rearing in heterotrophic media. The objective of the present study was to evaluate the potential of a heterotrophic rearing media (microbial flocs) on the growth and survival of *Farfantepenaeus paulensis* reared in the nursery phase. For 30 days, *F. paulensis* post-larvae (0.019 ± 0.01g) were reared in nine 40-liter plastic tanks at the density of 500 post-larvae m⁻². Three treatments with three replicates each were used: rearing in the presence of microbial flocs with ration supply (FLOC + R); rearing in the sole presence of flocs - no ration supplied (FLOC); and rearing in clear water plus with ration supply (AC + R). The presence of microbial flocs had no significant effect on growth and survival in the nursery rearing of *F. paulensis*.

Key words: microbial floc, nursery, pink-shrimp, growth performance, *Farfantepenaeus paulensis*.

Introdução

No final da década de 90, os países americanos, com destaque para Equador e México, alcançaram uma produção de camarões ao redor de 132.000 toneladas (Cuzon *et al.*, 2004). Porém, essa produção nem sempre esteve associada a práticas sustentáveis. Como consequência, várias enfermidades surgiram em diversos países da América Central e do Sul, como o Vírus da Síndrome de Taura e a NIM (Vírus da Mionecrose), e arrasaram fazendas inteiras com enormes prejuízos (Brock *et al.*, 1997; Lightner e Pantoja, 2004; Nunes *et al.*, 2004).

Os cultivos super-intensivos de organismos aquáticos sem renovação de água através de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica (ou em inglês, Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems-“ZEAH”) vêm surgindo como um novo paradigma na aqüicultura mundial. Devido ao

menor de uso da água, o que representa uma diminuição na emissão de efluentes e conseqüentemente reduz o impacto ambiental, a aplicação destes sistemas de cultivo atende os conceitos de uma aqüicultura responsável e ambientalmente correta. Os sistemas “ZEAH” podem, também, reduzir o risco de introdução e disseminação de doenças, além de incrementar a dieta dos animais através da produtividade natural presentes nos viveiros (McIntosh *et al.*, 2000; Bratvold e Browdy, 2001; Moss *et al.*, 2001; Samocha *et al.*, 2001; Weirich *et al.*, 2002; Burford *et al.*, 2003). Diversos autores relatam a importância e as vantagens da aplicação destes sistemas inovadores, além de incrementos significativos na produção (Hopkins *et al.*, 1995; Browdy *et al.*, 2001).

Através de um correto dimensionamento da aeração, visando a ressuspensão do material particulado, macro agregados ou “flocos” são

formados durante o ciclo de produção, sendo constituídos principalmente de microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, bactérias, protozoários, invertebrados, entre outros. Uma vez formados, eles servem de suplemento alimentar aos animais, bem como assimilam compostos nitrogenados presentes na água de cultivo, sendo a mesma reutilizada por diversos ciclos.

Outro fator de suma importância associado à formação desses flocos e ao incremento na produtividade primária é a utilização de dietas com menores teores de proteína bruta, a qual seria suplementada pela produtividade natural, acarretando benefícios econômicos e ambientais (Moss, 2002; Browdy et al., 2001; Samocha et al., 2004). McAbee et al., (2003) verificaram sobrevivências superiores a 90% em um cultivo “ZEAH” super-intensivo com juvenis de *Litopenaeus vannamei* em sistemas fechados utilizando raceways em estufas. Recentemente, Wasielesky et al., (2006) avaliaram o efeito da produtividade natural em meio heterotrófico (meio onde predominam organismos heterotróficos, mantido principalmente através de um balanço de carbono/nitrogênio/fósforo) com juvenis de *L. vannamei* e confirmaram os efeitos positivos sobre a sobrevivência, crescimento, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

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 em um menor período de cultivo (Apud et al., 1983).

O cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* pode ser lucrativo e vantajoso, pois este crustáceo é relativamente mais tolerante às baixas temperaturas o que possibilita um período de cultivo mais prolongado, além de possuir um valor no mercado internacional atraente e promissor. Assim, o objetivo deste estudo consiste em avaliar o potencial dos flocos microbianos na sobrevivência e crescimento na fase de berçário no cultivo de juvenis de *F. paulensis*.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Marinha de Aquicultura Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA) localizada na Praia do Cassino (32°12'S e 51°50'W), município de Rio Grande, Estado do Rio Grande do Sul, pertencente à Fundação Universidade Federal do Rio Grande-FURG, Estado do Rio Grande do Sul.

As pós-larvas (PLs) utilizadas no experimento (peso e comprimento médio de $0,019 \pm 0,01$ g e $18,83 \pm 2,7$ mm, respectivamente) foram cultivadas na densidade de 500 PL m⁻² durante 30 dias e obtidas através do processo de larvicultura realizado na EMA, onde é empregada uma metodologia baseada em Marchiori (1996).

Os tratamentos constituíram de: cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração (dieta comercial Purina® com 40% de PB) (FLOC + R); cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração (FLOC) e cultivo em “águas claras” (água filtrada em filtro de areia) com o fornecimento de ração (AC + R). Os animais foram alimentados com duas refeições diárias em um total 20% da biomassa.

As PLs foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e três repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um tanque plástico retangular com volume unitário útil de 40 litros (denominada microcosmos), provida de aeração através de pedras porosas e taxa de recirculação total de aproximadamente 150% dia⁻¹. Para tal recirculação, a água foi bombeada de um tanque matriz de 7000 L, onde se estabeleceu um cultivo intensivo de camarões (*F. paulensis*) em meio heterotrófico e sem troca de água (sistema “ZEAH”), por meio de bomba submersa e retorno por gravidade. No cultivo em águas claras foi utilizado um reservatório de fibro-cimento com volume útil de 800 litros (renovada 100% diariamente), seguindo o mesmo esquema de recirculação e bombeamento acima descrito.

O manejo realizado no cultivo do tanque matriz visando à formação dos agregados microbianos constitui-se da estocagem de juvenis de *F. paulensis* em uma densidade de 40 animais m⁻² seguido da inoculação da diatomácea *Thalassiosira fluviatilis* na concentração aproximada de 5 cél. (mL x 10⁴)⁻¹ e, após aproximadamente 10 dias, o tanque foi provido de cobertura para diminuição de intensidade luminosa, buscando favorecer a comunidade heterotrófica, e iniciada a fertilização orgânica. Essa fertilização compreendeu a adição de farelo de trigo, melaço de cana de açúcar e a própria ração fornecida aos animais, favorecendo uma relação nominal (em peso) de carbono-nitrogênio (C/N) de 30:1, sendo essa relação mensurada e balanceada de acordo com a composição bromatológica de cada ingrediente.

Todos os camarões foram pesados no início e final do experimento (balança digital analítica Sartorius® com precisão de 0,1 mg). Foram avaliados os parâmetros taxa de sobrevivência (número de

animais vivos ao final do experimento/total de animais x 100), peso final, comprimento total final (comprimento final - inicial, através de paquímetro digital com precisão de 1mm), biomassa final (peso final x sobrevivência) e ganho de peso (peso final - peso inicial durante os 30 dias de período experimental) de cada unidade experimental.

As variáveis físico-químicas temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido foram monitoradas diariamente. Amônia, nitrito e fosfato foram amostradas três vezes por semana, enquanto o material em suspensão (partículas maiores que 45 µm) foi amostrado a cada cinco dias utilizando metodologia adaptada de Strickland e Parsons (1972). Além disso, foram realizadas imagens fotográficas do material particulado com uma câmera digital acoplada em um microscópio ótico com aumento de 10 vezes.

Com o intuito de verificar a composição bromatológica dos ingredientes utilizados na fertilização orgânica, da ração e dos flocos microbianos presentes na água (coletado ao final do experimento através de uma tela de 100 micras), as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal - LNA, pertencente à Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Estado do Rio Grande do Sul, segundo os protocolos da AOAC (1984).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA - uma via), levando em consideração as premissas e, se detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey.

Resultados e discussão

Os valores médios das variáveis físico-químicas estão expressos na Tabela 1 e apresentaram-se abaixo dos valores considerados letais para a espécie de acordo com Poersch e Machiori (1992), Santos e Marchiori (1992), Wasielesky *et al.* (1994), Tsuzuki *et al.* (2000) e Wasielesky (2000).

Tabela 1. Médias ($\pm$ desvio padrão) das variáveis físico-químicas durante o cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na fase de berçário*.

	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³
Temperatura (°C)	23,62 ^A ($\pm$ 2,41)	23,46 ^A ($\pm$ 2,25)	23,54 ^A ($\pm$ 2,16)
Salinidade	36,13 ^A ($\pm$ 1,06)	36,09 ^A ($\pm$ 1,03)	34,54 ^B ($\pm$ 1,57)
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	7,08 ^A ($\pm$ 0,55)	7,11 ^A ($\pm$ 0,53)	7,11 ^A ($\pm$ 0,54)
pH	7,27 ^A ($\pm$ 0,19)	7,27 ^A ($\pm$ 0,22)	8,37 ^B ($\pm$ 0,10)
Amônia (mg L ⁻¹)	0,10 ^A ($\pm$ 0,06)	0,14 ^A ($\pm$ 0,12)	0,24 ^B ($\pm$ 0,11)
Nitrito (mg L ⁻¹)	2,10 ^A ($\pm$ 1,47)	2,23 ^A ($\pm$ 1,30)	0,14 ^B ($\pm$ 0,27)
Fosfato (mg L ⁻¹)	2,11 ^A ($\pm$ 0,93)	1,70 ^A ($\pm$ 0,69)	0,18 ^B ($\pm$ 0,12)

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$) ¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração.

A salinidade, o pH, a amônia, o nitrito e o fosfato apresentaram diferenças significativas entre os

tratamentos ($p < 0,05$). A salinidade foi mais alta nos tratamentos com a presença dos flocos microbianos (FLOC e FLOC + R), provavelmente devido a menor renovação de água e à evaporação. O pH apresentou valores mais baixos nesses tratamentos devido, provavelmente, a intensa respiração dos organismos, incrementando a concentração de dióxido de carbono no meio. Este resultado está de acordo com os resultados obtidos por Tacon *et al.* (2002) e Wasielesky *et al.* (2006). No entanto, as concentrações de amônia foram maiores no tratamento com cultivo em águas claras (AC + R), apesar deste ter sua água renovada diariamente. Observou-se, porém, acúmulo de ração não consumida pelos animais, a qual foi provavelmente transformada em amônia. Os valores alcançados, no entanto, estiveram muito abaixo das concentrações consideradas letais para a espécie (Wasielesky *et al.*, 1994). Já o nitrito apresentou valores superiores nos tratamentos na presença dos agregados provavelmente devido à intensa entrada de nutrientes (ração e fertilizantes orgânicos), pelo aumento do metabolismo devido à rica comunidade microbiana presente no meio e pela possível instabilidade da comunidade de bactérias nitrificantes nesse período. Já o acúmulo de fosfato em sistemas fechados, como foi o caso dos tratamentos (FLOC + R) e (FLOC), além da constante entrada de nutrientes (principalmente devido a baixa qualidade da farinha de peixe empregada), parece ser devido a menor velocidade de metabolismo e dificuldade de assimilação pela comunidade bacteriana em comparação em sistemas onde o fitoplâncton é abundante.

Na Tabela 2 estão expressos os valores da composição bromatológica dos ingredientes utilizados como fertilizantes orgânicos no tanque matriz, da dieta comercial e do floco microbiano obtido. O floco microbiano apresentou 30,4% de proteína bruta, valores estes próximos aos apresentados por McIntosh *et al.* (2000), Tacon *et al.* (2002), Soares *et al.* (2004) e Wasielesky *et al.* (2006).

Tabela 2. Percentual de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos* (Carb), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e cinzas dos ingredientes utilizados para fertilização orgânica no tanque matriz, da dieta comercial e do floco microbiano obtido.

Ingrediente	MS (%)	PB (%)	Carb (%)	EE (%)	FB (%)	Cinzas (%)
Farelo de Trigo	88,1	18,9	61,1	2,7	11,3	6,0
Melaço	61,1	5,6	81,64	0,16	0,2	12,4
Dieta comercial	90,4	39,7	35,6	13,1	2,6	9,0
Floco	87,1	30,4	29,1	0,47	0,83	39,2

* Estimado por diferença.

De acordo com a Tabela 3, os tratamentos na presença dos flocos microbianos com fornecimento

de ração (FLOC + R) e em água clara com o fornecimento de ração (AC + R) não diferiram entre si ($p > 0,05$), em relação ao peso final, biomassa final, ganho de peso (30 dias) e comprimento final. No entanto, ambos demonstraram resultados superiores ($p < 0,05$) quando comparados ao tratamento no qual os animais foram cultivados em meio heterotrófico sem o fornecimento de ração (FLOC), exceto a sobrevivência, que não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Tabela 3. Médias e erro padrão do peso final, biomassa final, ganho de peso, comprimento final e sobrevivência de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* criadas durante 30 dias sob diferentes tratamentos*.

	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³	P**
Peso final (mg)	155,83 ^A ($\pm 7,02$)	42,72 ^B ($\pm 3,18$)	159,41 ^A ($\pm 9,16$)	0,000
Biomassa final (g)	16,92 ^A ($\pm 0,22$)	4,42 ^B ($\pm 0,93$)	17,57 ^A ($\pm 1,58$)	0,001
Ganho de peso (mg)	136,83 ^A ($\pm 7,02$)	23,72 ^B ($\pm 3,18$)	140,41 ^A ($\pm 9,16$)	0,000
Comprimento final (mm)	25,39 ^A ($\pm 1,05$)	16,79 ^B ($\pm 0,61$)	27,02 ^A ($\pm 0,80$)	0,000
Sobrevivência (%)	93,77 ^A ($\pm 3,16$)	82,20 ^A ($\pm 8,50$)	93,23 ^A ($\pm 2,99$)	0,367

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). **P = Nível de significância. ¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração.

Apesar de não diferir significativamente ($p > 0,05$), a sobrevivência no tratamento sem o fornecimento de ração em meio aos flocos microbianos apresentou valor inferior as demais (82,20%), enquanto que foram encontrados 93,77 e 93,23% nos tratamentos em meio aos flocos com fornecimento de ração e água clara com fornecimento de ração, respectivamente). No entanto, Wasielesky et al. (2006), trabalhando com juvenis *L. vannamei* em uma densidade de 300 camarões m⁻², apontaram valores inferiores nos índices de sobrevivência no tratamento com ausência de ração (76,81%) em águas ricas em flocos oriundos de um sistema sem renovação de água, quando comparados ao presente estudo. Speck et al. (1993), estudando o efeito da densidade de estocagem em pós-larvas de *F. paulensis* (PL₁₀), observaram sobrevivência de 84,4% na densidade de 300 camarões m⁻² em sistemas de águas claras. Já Jensen et al. (2006) estudaram o efeito da adição da diatomácea *T. fluviatilis* na densidade de 1.000 camarões m⁻² no berçário de *F. paulensis* e observaram sobrevivências de 95,2 e 84,8%, para os tratamentos com e sem adição de *T. fluviatilis* respectivamente. Os mesmos autores não encontraram diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação ao peso úmido entre os tratamentos no final

dos 30 dias de experimento.

De acordo com as análises bromatológicas, o floco microbiano (Figura 1) parece representar um importante suplemento alimentar, contribuir para o crescimento animal e de acordo com seu estágio de formação em relação a sua composição bromatológica, será possível balizar futuros e sua devida aplicação aos animais cultivados. O conhecimento da importância da matéria orgânica particulada como possível fonte de nutrientes aos animais e demais organismos da trama trófica já vem sendo argumentada desde o início da década de 60 (Baylor e Sutcliffe, 1963).

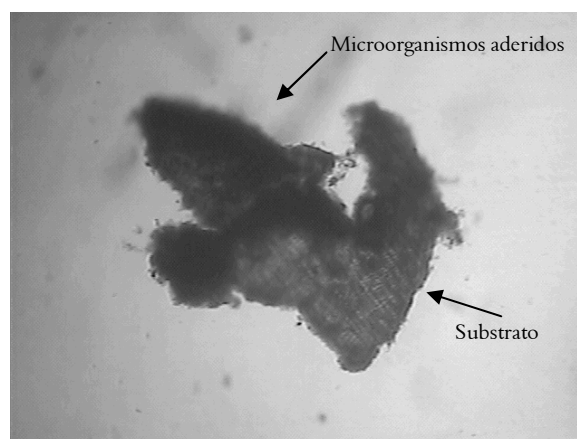


Figura 1. Microscopia óptica de um exemplar de floco microbiano formado ao final do experimento (aumento de 10x).

Diversos autores demonstram o potencial dos flocos microbianos e seu valor nutricional no cultivo de camarões marinhos, principalmente com a espécie exótica e onívora *L. vannamei* (McIntosh et al., 2000; Browdy et al., 2001; Tacon et al., 2002; Moss, 2002; McAbee et al., 2003; Samocha et al., 2004 e Wasielesky et al., 2006). Burford et al. (2004) reportaram que mais de 29% do alimento consumido por *L. vannamei* podem ser provenientes do floco bacteriano presente no meio heterotrófico.

Entretanto, no presente trabalho, a presença desses agregados pareceu não contribuir para um melhor desempenho zootécnico em *F. paulensis*. Este fato pode ser atribuído ao tamanho e disponibilidade do floco, à capacidade do animal em capturar esse material ou diferenças no hábito (ou tendência) alimentar da espécie nesta fase de cultivo. Borges et al. (2004) analisaram a preferência alimentar de *L. vannamei* e *F. paulensis* sobre o biofilme (comunidade de microrganismos associada a uma matriz orgânica e aderida a superfícies submersas) em panagens de cultivo e confirmaram a hipótese da seletividade dos camarões perante espécies de microalgas presente no biofilme.

Estudos relacionados à ecologia de microrganismos marinhos demonstram que, em ambiente natural, os flocos microbianos sofrem ao longo do tempo alterações de tamanho e estrutura devido a fatores biológicos e físico-químicos. A sedimentação e velocidade dessa sedimentação, a predação, a superfície de adesão, a disponibilidade de muco bacteriano, a presença do fitoplâncton, a adsorção de compostos, entre outros, são descritos como possíveis agentes dessas alterações (Eisma, 1986; Alldredge e Gotschalk, 1988; Biddanda e Pomeroy, 1988; Riebesell, 1991; Cowen, 1992 e Kepkay, 1994). Uma vez iniciado o processo de agregação, induzido principalmente devido ao muco produzido por algumas bactérias, esse material tende a se particular ao longo do tempo até o momento onde, devido ao alto peso molecular alcançado, ocorre um desagregamento, dando origem a partículas menores e, assim, sucessivamente.

Em relação à disponibilidade dos flocos microbianos durante o experimento, a análise do material em suspensão (partículas maiores que 45 micras) indicou uma grande variação no período (valores máximo e mínimo de 294 e 79 mg L⁻¹, respectivamente), apresentando média de 192,86 ± 73,08 mg L⁻¹ (Figura 2). No entanto, não existem relatos ou padronização de mediadas de partículas em suspensão em sistemas intensivos de cultivo de camarões marinhos, porém este parece ser uma ferramenta prática na quantificação dos flocos ou agregados em ambientes de cultivo, podendo gerar subsídios para adequar densidades de cultivos e níveis de arrazoamento para os animais. Além disso, um correto dimensionamento da aeração do sistema, promovendo a constante ressuspensão do material, irá disponibilizá-los para o consumo dos camarões.

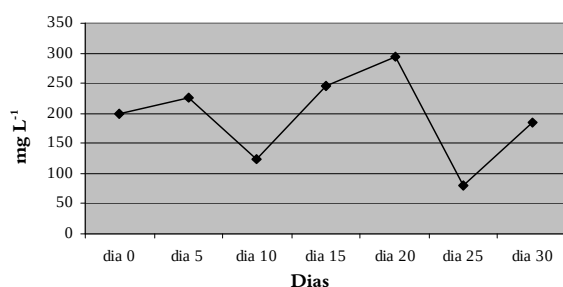


Figura 2. Valores médios do material em suspensão (mg L⁻¹) nos tratamentos em meio ao floco microbiano observado neste estudo.

Froés *et al.* (2006) demonstraram que *F. paulensis* tem uma exigência relativamente alta de proteína bruta (PB), com um ótimo estimado em 45% de PB. Já Abe *et al.* (2006) concluíram que os níveis

máximos de substituição da farinha de peixe por farelo de soja seria de até 60%. Assim, devido ao hábito alimentar desta espécie em relação à *L. vannamei*, que possui hábito mais omnívoro, podemos sugerir que os flocos microbianos possam ter sido pouco atrativos nutricionalmente aos camarões.

Conclusão

O variação e dinâmica de tamanho dos agregados ou flocos, parâmetros físico-químicos da água, atrelado ao hábito alimentar da espécie, podem ter resultado em um não aproveitamento desses agregados no desempenho dos animais. Assim, de acordo com a metodologia aplicada, a presença dos flocos não afetou o desempenho de *F. paulensis* cultivado durante a fase de berçário. Porém, outros estudos devem ser conduzidos para reavaliar o potencial dos flocos microbianos em *F. paulensis*, principalmente devido a dinâmica desses agregados em ambientes de cultivo, como observado neste trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Capes, CNPq, FAPERGS, Sul Química LTDA e à Fundação Universidade Federal do Rio Grande, pelo apoio indiscutível a pesquisa. O 1º autor foi bolsista de mestrado da Capes e W. Wasielesky e R.O. Cavalli são pesquisadores do CNPq.

Referências

- ALLDREDGE, A.L.; GOTSCHALK, C. In situ settling behavior of marine snow. *Limnology and Oceanography*, Waco, v. 33, n. 3, p. 339-351, 1988.
- ABE, M.P. *et al.* Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas para o camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*). *Ciência Rural*, 2006. (no prelo).
- APUD, F.D. *et al.* *Farming of prawns and shrimps. Extension Manual 5*. Iloilo: SEAFDEC Aquaculture Department, 1983.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. 19. *Official Methods of Analysis*, 12. ed. Arlington: AOAC, 1984.
- BAYLOR, E.R.; SUTCLIFFE, W.H. Dissolved organic matter in seawater as a source of particulate food. *Limnology and Oceanography*, Waco, v. 8, n. 4, p. 369-371, 1963.
- BORGES, L. *et al.* Análise do consumo alimentar preferencial de juvenis do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* e do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* sobre o biofilme em panagens de cultivos. In: AQIIMERCO, 2004, Vitória. *Anais...* Vitória: Instituto Ecos, 2004.
- BIDDANDA, B.A.; POMEROY, L.R. Microbial aggregation and degradation of phytoplankton-derived

- detritus in seawater. I. Microbial succession. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, Oldendorf, v. 42, p. 79-88, 1988.
- BRATVOLD, D.; BROWDY, C.L. Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMatsTM) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 195, p. 81-94, 2001.
- BROCK, J.A. et al. Recent developments and an overview of Taura Syndrome of Farmed shrimp in the Americas. In: FLEGEL, T.W.; MCRAE, I.H. (Ed.). *Diseases in Asian Aquaculture III*. Manila: Fish Health Section, Asian Fisheries Society, 1997. p. 275-284.
- BROWDY, C.L. et al. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: BROWDY, C.L.; JORY, D.E. (Ed.). *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture*, Aquaculture 2001. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2001. p. 20-34.
- BURFORD, M.A. et al. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 219, p. 393-411, 2003.
- BURFORD, M.A. et al. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 232, p. 525-537, 2004.
- COWEN, J.P. Morphological study of marine bacterial capsules: implication for marine aggregates. *Mar. Biol.*, Oldendorf, v. 114, p. 85-95, 1992.
- CUZON, G.A. et al. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 235, p. 513-551, 2004.
- EISMA, D. Flocculation and de-flocculation of suspended matter in estuaries. *Neth. J. Sea Res.*, Amsterdam, v. 20, n. 2/3, p. 183-199, 1986.
- FRÓES, C.N. et al. Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína bruta na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). *Atlântica*, 2006. (no prelo).
- HOPKINS, J.S. et al. Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. *J. W. Aquac. Soc.*, Oxford, v. 26, n. 1, p. 93-97, 1995.
- JENSEN, L. et al. Role of microalgae *Thalassiosira fluviatilis* in weight gain and survival of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* reared in indoor nursery tanks. *Nauplius*, 2006. (no prelo).
- LIGHTNER, D.V.; PANTOJA, C.R. Infectious Myonecrosis (IMN): Current status report in the biology of the ethiological agent and development of diagnostic methods. In: FENACAN, 1., 2004, Natal. *Resumos.*. Natal: ABCC, 2004. p. 40.
- KEPKAY, P.E. Particle aggregation and biological reactivity of colloids. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, Oldendorf, v. 109, p. 293-304, 1994.
- MARCHIORI, A.M. *Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa Penaeus paulensis* Perez-Farfante, Rio Grande: FURG, 1996.
- McABEE, B.J. et al. The use of greenhouse-enclosed raceway systems for the super-intensive production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States. *Glob. Aquacult. Adv.*, St. Louis, v. 6, n. 3, p. 40-43, 2003.
- McINTOSH, D. et al. The effect of a bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with low-protein diet in outdoor tank system and no water exchange. *Aquacult. Engin.*, Amsterdam, n. 21, p. 215-227, 2000.
- MOSS, S.M. et al. Greening of the blue revolution: Efforts toward environmentally responsible shrimp culture. In: BROWDY, C.L.; JORY, D.E. (Ed.). *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture*, Aquaculture 2001. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2001. p. 1-19.
- MOSS, S.M. Dietary importance of microbes and detritus in Penaeid shrimp aquaculture. In: LEE C.S.; O'BRYEN P. (Ed.). *Microbial approaches to aquatic nutrition within environmentally sound aquaculture production systems*. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2002. p. 1-18.
- NUNES, A.J.P. et al. Carcinicultura ameaçada: produtores sofrem com as mortalidades decorrentes do Vírus da Mionecrose Infeciosa (IMNV). *Panor. Aqüicult.*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 83, p. 37-51, 2004.
- POERSCH, L.H.; MARCHIORI, M.A. Efeito do oxigênio no camarão-rosa *Penaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967. In: ENCONTRO NACIONAL DE AQUICULTURA, 1992. Peruíbe. *Anais...* Peruíbe: Associação Brasileira de Aqüicultura e Associação Brasileira de Patologistas de Organismos Aquáticos, 1992, p. 115.
- RIEBESELL, U. Particle aggregation during diatom bloom. I. Physical aspects. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, Oldendorf, v. 69, p. 273-280, 1991.
- SAMOCHA, T.M. et al. Development of integrated, environmentally sound, inland shrimp production technologies for *Litopenaeus vannamei*. In: BROWDY, C.L.; JORY, D.E. (Ed.). *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture*, Aquaculture 2001. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2001, p. 64-75.
- SAMOCHA, T.M. et al. Heterotrophic intensification of pond shrimp production. In: FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECIRCULATING AQUACULTURE. Roanoke, 2004. p. 40-48.
- SANTOS, M.H.; MARCHIORI, M.A. Efeito do pH no desenvolvimento larval do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967). In: ENCONTRO NACIONAL DE AQUICULTURA, 1992. Peruíbe. *Anais...* Peruíbe: Associação Brasileira de Aqüicultura e Associação Brasileira de Patologistas de Organismos Aquáticos, 1992. p. 116.
- SOARES, R. et al. Nutritional composition of flocculated material in experimental zero-exchange system for *Penaeus monodon*. In: AUSTRALIAN AQUACULTURE, Sydney: CSIRO Aquaculture, 2004. p. 89.
- SPECK, R.C. et al. Efeito da densidade no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de *Penaeus Paulensis*, Pérez-Farfante, 1967, em sistema de berçário. In: SIMPÓSIO

- BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 4., João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: MCR Aquacultura, 1993. p. 369-383.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada. 2. ed. Ottawa: Bulletin 167, 1972.
- TACON, A.G.J. *et al.* Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquacult. Nutrit.*, Oxford, v. 8, p. 121-137, 2002.
- TSUZUKI, M.Y. *et al.* The effects of temperature, age, and acclimation to salinity on the survival of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae. *J. W. Aquacult. Soc.*, Oxford, 31, p. 459-468, 2000.
- WEIRICH, C.R. *et al.* Preliminary characterization of a prototype minimal exchange super-intensive shrimp production system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECIRCULATING AQUACULTURE. 4., 2002, Blacksburg. *Proceedings...* Blacksburg: Virginia Tech University, 2002. p. 255-270.
- WASIELESKY, W.J. *et al.* Efeito da amônia no crescimento de pós-larvas do camarão-rosa, *Penaeus paulensis*, Perez-Farfante, 1967 (Decapoda: Penaidae). *Nauplius*, Rio Grande, v. 2, p. 99-105, 1994.
- WASIELESKY, W.J. *Cultivo de juvenis do camarão-rosa Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos dos parâmetros ambientais. 2000. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2000.
- WASIELESKY, W.J. *et al.* Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 258, p. 396-403, 2006.

Received on November 16, 2006.

Accepted on April 09, 2007.