



# OTIMIZANDO TÉCNICAS DE MANEJO PARA CULTIVOS DE CAMARÕES SEM EMISSÃO DE EFLUENTES: USO DE DIFERENTES FONTES DE AERAÇÃO E SEUS EFEITOS NA FORMAÇÃO DOS BIOFLOCOS E NO DESEMPENHO DE *LITOPENAEUS VANNAMEI*

Gabriele Rodrigues de Lara

Dariano Krummenauer; Paulo Cesar Abreu; Wilson Wasielesky Jr.

Laboratório de Maricultura, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), C.P. 474, Rio Grande (RS), 96201 - 900, Brasil  
gabilara@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A aqüicultura é o setor de produção de alimentos que mais cresce atualmente, desde 1970, cresceu uma taxa média de 8,8% ao ano, comparado com somente 1,2% da captura pesqueira e 2,8% de fazendas de outros setores de produção de alimentos de origem animal durante o mesmo período (FAO, 2006). Com a rápida expansão e intensificação, o impacto dos nutrientes inorgânicos dos efluentes dos cultivos de camarão no ambiente tornou-se uma grande preocupação (Cowey & Cho, 1991), particularmente a aqüicultura intensiva, que coincide com a poluição da água dos cultivos por um excesso de materiais orgânicos e nutrientes que são provavelmente as causas de efeitos tóxicos agudos e riscos ambientais a longo prazo (Piedrahita, 2003). No passado, a qualidade da água aceitável para os cultivos era mantida basicamente pela liberação dos resíduos poluentes por meio de renovação de um grande volume de água (Hopkins *et al.*, 1993; Moss *et al.*, 1999). Contudo, o volume de água necessário para pequenos a médios sistemas pode alcançar algumas centenas de metros cúbicos por dia, além disso, a água proveniente dessas renovações é descartada no ambiente.

Os cultivos denominados “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems), sem renovação de água através da formação de uma biota aeróbica e predominantemente heterotrófica, têm se projetado como uma nova alternativa aos cultivos, atendendo aos conceitos de uma aqüicultura responsável e ambientalmente correta. A vantagem desse sistema é a redução do uso de água, diminuindo a emissão de efluentes e assim, reduzindo também os impactos ambientais, além de incrementar a produção (Hopkins *et al.*, 1995; Browdy *et al.*, 2001). Além disso, os sistemas “ZEAH” reduzem o risco de introdução e disseminação de doenças, além de complementar a dieta dos animais através da produtividade natural presente nos viveiros (McIntosh *et al.*, 2000; Moss *et al.*, 2001).

Para estimular a formação dos bioflocos o ambiente de cultivo deve ser fertilizado com fontes ricas em carbono e ser fortemente oxigenado. Os flocos microbianos são constituídos basicamente de microalgas, bactérias, protozoários, entre outros invertebrados, fezes, exoesqueletos e restos de organismos mortos (Wasielesky *et al.*, 2006). Assim, parâmetros como intensidade de mistura, oxigênio dissolvido, pH, temperatura e fontes orgânicas de carbono podem necessitar de ajustes para obter boa agregação e alta qualidade dos bioflocos com ótimas condições de crescimento dos organismos cultivados (Schryver *et al.*, 2008).

A intensidade de mistura imposta por determinados dispositivos de aeração escolhidos poderá determinar a uniformidade do tamanho do floco, ou seja, o equilíbrio entre a taxa de agregação e a taxa de fragmentação dos flocos, e a distribuição do tamanho dos mesmos (Chaignon *et al.*, 2002; Spicer & Pratsinis, 1996). Em sistemas utilizando flocos microbianos, a estabilidade do tamanho do floco é um aspecto importante, tanto que já foi demonstrado que a qualidade do alimento para diferentes espécies utilizadas na aqüicultura também depende do tamanho do alimento (Garatun - Tjeldsto *et al.*, 2006; Knights, 1983). As taxas de oxigênio dissolvido são essenciais para a atividade metabólica das células dentro dos flocos aeróbicos, mas também devem ser levadas em consideração na influência da estrutura do floco e nas espécies que irão compor a biota predominante no ambiente de cultivo devido a elevadas ou baixas concentrações de oxigênio na água (Schryver *et al.*, 2008).

Assim sendo, para alcançar o desenvolvimento de tecnologias que não sejam danosas ao meio ambiente, mas que ainda assim permitam elevada produtividade, é necessário que a relação entre a operação dos parâmetros de manejo dentro dos cultivos, o funcionamento dos sistemas de cultivo sem renovação de água e a qualidade dos bioflocos seja bem entendida.

## OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes tipos de aeração sobre o desenvolvimento dos bioflocos, efeito na qualidade da água, sobrevivência e crescimento de juvenis de *Litopenaeus vannamei* em um sistema intensivo sem renovação de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Marinha de Aquicultura (EMA - FURG), no setor de Carcinocultura, localizada na Praia do Cassino, na cidade de Rio Grande, Rio Grande do Sul.

As pós - larvas da espécie *Litopenaeus vannamei* foram adquiridas de um laboratório comercial de camarões marinhos, localizado na região nordeste do Brasil. O peso inicial dos camarões foi de 4,3g. O experimento foi realizado em uma estufa de 600m<sup>2</sup> em nove tanques de 35m<sup>2</sup> recobertos com geomembrana, para cada três tanques foi utilizado um tipo diferente de aerador: blower, aerador propulsor e aerador chafariz, totalizando três réplicas para cada tratamento. Os animais foram distribuídos nos tanques aleatoriamente a uma densidade de 140 camarões/m<sup>2</sup> e alimentados com ração comercial de 38% de proteína bruta três vezes ao dia. Para a formação dos agregados microbianos houve inoculação inicial de diatomáceas *Thalassiosira weissflogii* após três dias foi iniciada a fertilização orgânica baseada na metodologia descrita por Avnimelech, (1999) e Ebeling *et al.*, (2006) utilizando melão de cana - de - açúcar juntamente com farelos vegetais. Estruturas revestidas com substratos verticais foram instaladas para aumentar a área de superfície e servir de substrato para a fixação de bactérias. O experimento teve renovação de água apenas para reposição do que foi perdido por evaporação. O experimento teve duração de 35 dias.

Durante todo o período experimental foram monitoradas as variáveis físico - químicas da água, como temperatura, oxigênio dissolvido, pH e salinidade. Para observação e acompanhamento dos sólidos sedimentáveis da água dos tanques foram utilizados cones Inhoff. Também, a cada três dias, foram feitas coletas de água para quantificar o teor de amônia, nitrito, nitrato e fosfato.

Para análise do material particulado em suspensão, foram coletadas amostras de 20 mL de cada tanque a cada cinco dias para filtragem em filtros de membrana de 0,45 µm de porosidade, com peso seco conhecido (previamente secados em estufa a 60°C por 24 horas e pesados em balança analítica), após a filtragem, os filtros foram recolocados em estufa e pesados novamente após 24 horas. O resultado foi obtido pela diferença do peso seco inicial e final do filtro e a extrapolação desse valor para o volume da amostra filtrada. Também foram coletadas amostras de 50 mL da água dos tanques para quantificação e caracterização dos micro - organismos presentes nos cultivos (diatomáceas, protozoários, nematódeos, cianobactérias, entre outros). O material foi fixado em solução de formal a 4% e armazenado em frascos âmbar para posterior análise no Laboratório de Ecologia do Fitoplâncton e Microorganismos Marinhos da FURG.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre os tratamentos foram analisados pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

## RESULTADOS

A temperatura média durante o experimento esteve dentro da faixa de 25–30<sup>o</sup> C, adequada para o crescimento e sobrevivência de juvenis de *L. vannamei* (Ponce - Palafox *et al.*, 1997) e não apresentou diferenças entre os tratamentos. Uma mudança na intensidade de mistura, devido a fontes alternativas de aeração, pode influenciar diretamente a concentração de oxigênio dissolvido na água. No presente estudo, embora as médias dos valores de oxigênio dissolvido não tenham apresentado diferenças significativas entre si ( $P < 0,05$ ), foram registradas taxas mínimas de oxigênio dissolvido no tratamento utilizando aerador propulsor (0,82 mg L) o que pode ter afetado a sobrevivência dos camarões. Valores de oxigênio dissolvido acima de 6,5 mg L são indicados como ótimos para o crescimento de *L. vannamei* (Van Wyk & Scarpa, 1999) entretanto, as médias registradas para os diferentes tratamentos ficaram entre 4,5 e 4,91 mg L, o que pode ter influenciado no desempenho dos animais. Os valores de salinidade também não diferiram estatisticamente entre si ( $P < 0,05$ ), sendo registrados valores entre 35,3 e 36 podendo ser considerados adequados para o crescimento da espécie que, segundo Decamp *et al.* (2003) obteve maiores taxas de crescimento em sistemas sem renovação de água em salinidade 36. Os valores de pH não apresentaram diferenças estatísticas entre os três tratamentos, sendo que as médias dos valores observados estão entre 7,36 e 7,46. Em sistemas de bioflocos, o pH diminui com o aumento das taxas de respiração dos organismos heterotróficos (Wasielesky *et al.*, 2006), porém, segundo Arana (2004), os valores encontrados no presente estudo não parecem ser prejudiciais aos organismos cultivados.

A medida dos sólidos suspensos totais (SST), que determina a quantidade de material particulado - orgânico e inorgânico - presente em uma amostra de água (Schryver *et al.*, 2008), foi observado um valor mais alto para o tratamento com blower (460,5mg L  $\pm$  174,31) do que para os tratamentos aerador propulsor (311mg L  $\pm$  139,57) e chafariz (280,16 mg L  $\pm$  165,04), o que pode evidenciar uma maior formação de flocos no tratamento utilizando ar difuso (blower). Os valores tendem a ser elevados em sistemas onde não ocorre renovação, pois há uma elevada entrada de matéria orgânica (Hargreaves, 2006) e altas taxas de crescimento de bactérias heterotróficas (Van Wyk, 2006). Além disso, dependendo da intensidade de mistura imposta pelos diferentes tipos de aeradores, pode haver diferenças na estabilidade e no tamanho dos flocos, o que pode influenciar na quantidade de sólidos suspensos totais nos diferentes tratamentos. O volume dos flocos, determinado pelos cones InHoff, também apresentou valores significativamente mais elevados no tratamento utilizando blower (20,5 mg L  $\pm$  28,94), em comparação com o aerador chafariz (3,65mg L  $\pm$  5,79) e propulsor (3,03mg L  $\pm$  4,49) confirmando os dados de sólidos suspensos totais que comprovam que pode ter havido uma maior formação de flocos no tratamentos blower.

O peso final foi maior no tratamento aerador propulsor (11,86g), porém este não diferiu significativamente do tratamento blower (11,81g). Entretanto, a sobrevivência foi significativamente afetada pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ). No tratamento aerador propulsor a sobrevivência foi significativamente menor do que os outros tratamentos (55%), visto que no tratamento chafariz alcançou sobrevivência de 92,3% e no tratamento blower 87,6%. Entre os parâmetros de qualidade da água, a concentração da amônia foi maior apenas no tratamento aerador propulsor ( $5,91 \text{mg L}^{-1} \pm 6,08$ ), provavelmente devido à menor formação do floco neste tratamento. A biomassa final foi significativamente maior no tratamento blower (50,8kg) e no tratamento chafariz (47,67kg), em comparação com o tratamento propulsor (32,78kg).

As análises da formação e da composição da comunidade microbiana presente nos cultivos estão sendo realizadas, porém os dados ainda estão sob pesquisa e análise estatística.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que sistemas de ar difuso (blower) em raceways de cultivo intensivo podem melhorar a formação dos bioflocos e, conseqüentemente, obter melhor crescimento e produtividade dos camarões. Como os bioflocos servem de fonte adicional de alimento para os camarões, há menor utilização de ração, o que reduz a necessidade do uso da farinha de peixe e ainda contribui com a melhora na qualidade de água, além de não emitir efluentes dos cultivos para o ambiente pelas renovações que são feitas nos cultivos convencionais. São necessárias mais pesquisas para desenvolver métodos para otimizar o manejo em que diferentes fontes aeração possam ser utilizadas para maximizar o crescimento dos bioflocos em sistemas de produção super - intensivos.

Os autores agradecem ao CNPq, FAPERGS e SEAP - PR.

## REFERÊNCIAS

- Avnimelech, Y., 1999. Carbon nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176:227-235.
- Browdy, C.L., Bratvold, D., Stokes, A.D., and Mcintosh, R.P., 2001. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp 20 - 34.
- Chaignon, V., Lartiges, B.S., El Samrani, A., Mustin, C., 2002. Evolution of size distribution and transfer of mineral particles between flocs in activated sludges: an insight into floc exchange dynamics. *Water Res.* 36 (3), 676-684.
- Cowey, C.B., Cho, C.Y., 1991. Nutritional strategies and aquaculture waste. In: Cho, C.Y., Cowey, C.B. (Eds.), *Proceedings of the 1st International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Wastes using biological approaches*. University of Guelph, Ontario, Canada, pp. 275-276.
- Decamp, Oe, J Cody, L Conquest, G Delanoy & AGJ Tacon. 2003. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone) within experimental zero - water Exchange culture systems. *Aquaculture Res.*, 34: 345 - 355.
- Ebeling, M.J., Timmons, B.M., Bisogni, J.J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture* 257:346-358.
- Garatun - Tjeldsto, O., Ottera, H., Julshamn, K., Austreng, E., 2006. Food ingestion in juvenile cod estimated by inert lanthanide markers — effects of food particle size. *Ices J. Mar. Sci.* 63 (2), 311-319.
- Hargreaves, J.A., 2006. Photosynthetic suspended growth systems in aquaculture. *Aquaculture Engineering* 34:334 - 363.
- Hopkins, J.S., Hamilton II, R.D., Sandifer, P.A., Browdy, C.L., Stokes, A.D., 1993. Effects of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *J. World Aquacult. Soc.* 24, 304-320.
- Hopkins, J.S., Sandifer, P.A., Browdy, C.L., 1995. Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26(1):93 - 97.
- Knights, B., 1983. Food particle - size preferences and feeding-behavior in warmwater aquaculture of European eel, *Anguilla anguilla* (L). *Aquaculture* 30 (1-4), 173-190.
- Mcintosh, D., Samocha, T.M., Jones, E.R., Lawrence, A.L., Mckee, D.A., Horowitz, S., Horowitz, A., 2000. 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. *Aquac. Engineering* 21(2000):215 - 227.
- Moss, S.A., Pruder, G.D., Samocha, T.M., 1999. Environmental management and control: controlled ecosystem and biosecure shrimp growout systems. In: Bullis, R.A., Pruder, G.D. (Eds.), *Controlled and Biosecure Production Systems, Preliminary Proceedings of a Special Integration of Shrimp and Chicken Models*, 27-30 April. Sydney, Australia. World Aquaculture Society, pp. 87-91.
- Moss, S.M., Arce, S.M., Argue, B.J., Otoshi, C.A., Calderon, F.R.O., and Tacon, A.G.J., 2001. Greening of the blue revolution: Efforts toward environmentally responsible shrimp culture. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 1 - 19.
- Piedrahita, R.H., 2003. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture* 226 (1-4), 35-44.
- Ponce - Palafox, J, CA Martinez - Palacios, LG Ross. 1997. The effect of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture* 157:107 - 115.
- Shryver, R.P., Crab, T., Defroidt, N., Boon, W.V., 2008. The basics of bio - flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture* 277 (2008) 125 - 137
- Spicer, P.T., Pratsinis, S.E., 1996. Shear - induced flocculation: the evolution of floc structure and the shape of the size distribution at steady state. *Water Res.* 30 (5), 1049-1056.

Vanwyk, P & J Scarpa. 1999. Water Quality and Management. In: Van Wyk, P., *et al.*, (Eds.), Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, p. 128–138.

Van Wyk, P., 2006. Production of *L. Vannamei* in Recirculating Aquaculture Systems: Management and Design Considerations. In: Proceedings of the 6 th International Conference Recirculating Aquaculture. Virginia Tech Univer-

sity, Blacksburg, Virginia, 38-47. Vinatea - arana, L., 1997. Princípios químicos de qualidade da água em aquíicultura: uma revisão para peixes e camarões. 1ª ed., Florianópolis: Edusc, z.1 - 165p

Wasielesky, W. J., Atwood, H., I, Stokes, A., Browdy, C.L. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super - intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258 (2006)396 - 403.