

açúcar refinado como fonte de carbono no berçário de camarões cultivados em sistema de bioflocos

Esmeralda CHAMORRO-LEGARDA¹; Lucas Gomes MENDES¹; Gabriella Garcia de Oliveira BEZERRA¹; Carlos Manoel do ESPÍRITO SANTO¹; Walter Quadros SEIFFERT¹; Felipe do Nascimento VIEIRA^{1*}

RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso de açúcar refinado como fonte de carbono no berçário de camarões marinhos em sistema de bioflocos. Foram utilizados oito tanques de 800 L povoados com 3.000 camarões m⁻³, sendo que metade dos tanques recebeu açúcar refinado como fonte de carbono e o restante, melação de cana-de-açúcar (controle). Os valores dos parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para o camarão marinho. Contudo, o teor de amônia total foi superior no tratamento com açúcar refinado em relação ao registrado no controle. A alcalinidade e fosfato foram superiores no controle. Os índices produtivos avaliados (peso final, sobrevivência, conversão alimentar e produtividade) não foram diferentes entre os tratamentos. Entretanto, o custo do açúcar refinado para produção de um quilograma do camarão foi 62% inferior ao do melação (tratamento controle). O estudo mostra que o açúcar refinado pode ser usado na fertilização do berçário de camarão e auxiliar na redução dos custos de produção.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*; bioflocos; melação; produtividade; análise de custo

WHITE SUGAR AS CARBON SOURCE FOR SHRIMP NURSERY IN A BIOFLOC SYSTEM

ABSTRACT

The aim was to evaluate the use of white sugar as carbon source for shrimp nursery reared in a biofloc system. We used Eight tanks of 800 L stoked with 3000 shrimp m⁻³. Half of the tanks received white sugar as a carbon source and other tanks molasses (control). Water quality parameters remained within the recommended limits for marine shrimp. However, the total ammonia was higher in the treatment with white sugar compared to control. The alkalinity and phosphate were higher in control. The performance (final weight, survival, feed conversion and productivity) were not different between treatments. Nevertheless, the cost of white sugar in kilogram of shrimp produced was 62% lower compared to treatment with molasses. The study showed that white sugar can be used in shrimp nursery fertilization and aids to reduce production costs.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, biofloc, molasses, yield, cost analysis

Nota Científica: Recebido em 18/10/2015 – Aprovado em 22/04/2016

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Laboratório de Camarões Marinhos. Beco dos Coroaos 503, Barra da Lagoa. CEP: 88061-600. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. felipe.vieira@ufsc.br

*A pesquisa foi financiada pelo projeto CAPES/PVE/2712/2014

INTRODUÇÃO

A aquicultura no mundo vem se expandindo com vistas a contribuir ao aumento da oferta de alimentos para consumo humano (FAO, 2014). Este crescimento é acompanhado pelo desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo, com destaque para o sistema de bioflocos (CRAB *et al.*, 2012; WASIELESKY *et al.*, 2013). Este sistema favorece o crescimento de comunidades microbianas que ajudam no controle das variáveis de qualidade de água, especialmente dos compostos nitrogenados (AVNIMELECH *et al.*, 2010). As comunidades microbianas formam agregados, chamados de bioflocos, que contêm bactérias, protozoários, algas e derivados orgânicos e inorgânicos (CRAB *et al.*, 2007), servindo como alimento para os animais cultivados (CRAB *et al.*, 2007; AZIM e LITTLE, 2008; AVNIMELECH *et al.*, 2010).

Para formação destes agregados, é necessária a adição de carbono orgânico, que promove o desenvolvimento de bactérias heterotróficas (AVNIMELECH, 1999). A fonte de carbono mais utilizada com este propósito é o melaço de cana-de-açúcar (SCHNEIDER *et al.*, 2006), devido principalmente ao custo e à disponibilidade no mercado. Uma desvantagem do uso de melaço de cana é que não há só carbono em sua composição, pois contém, em média: 20% de água, 35% de sacarose, 7% de glicose, 9% de frutose, 3% de outras substâncias redutoras, 4% de outros hidratos de carbono, 12% de cinzas, 4,5% de compostos nitrogenados, 5% de ácidos não nitrogenados e 0,4% de cera, esteróis e fosfolípidios (TECLU *et al.*, 2009). Assim, ao se usar melaço, os 13% de cinzas irão incrementar os sólidos do sistema, sem trazer nenhum benefício aparente. Adicionalmente, devido à fração de compostos nitrogenados do melaço, o volume utilizado para ajustar a relação C:N é maior em relação a uma fonte de carboidrato pura (LORENZO *et al.*, 2015), o que também eleva o teor de sólidos do sistema. Esta característica é desvantajosa, haja vista que altos níveis de sólidos podem comprometer o desempenho zootécnico do camarão cultivado (SCHVEITZER *et al.*, 2013). Assim, o uso de uma fonte de carboidrato pura pode ter vantagens em relação ao melaço. Neste contexto, destaca-se o açúcar refinado, que é constituído de uma molécula de glicose e outra

de frutose, 99,5% de hidratos de carbono, 0,5% de água e quantidades mínimas de minerais, sendo portanto uma fonte de carboidratos de baixo custo, acessível, sem toxidez e de fácil manipulação. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o uso de açúcar refinado como fonte de carbono no berçário de camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos.

MATERIAL E MÉTODOS

Como unidades experimentais, foram utilizados oito tanques circulares de 800 L de volume útil com aquecimento controlado (30 ± 1 C°) e aeração constante ($O_2 \geq 5$ mg L⁻¹). Os tanques estavam alocados em uma estufa com fotoperíodo natural. Cada unidade experimental foi povoada com camarões na densidade de 3.000 indivíduos m⁻³ com peso médio inicial de $0,037 \pm 0,001$ g, em sistema de bioflocos sem renovação de água. Os camarões eram oriundos de linhagem livre de patógenos específicos (SPF, *Specific Pathogen Free*), de notificação obrigatória pela Organização Mundial de Epizootias (OIE), provenientes da Aquatec Ltda, Canguaretama, RN, Brasil. O desenho experimental consistiu em um tratamento com açúcar refinado como fonte de carbono, e para controle utilizou-se fertilização orgânica com melaço de cana em pó. Três dias antes do povoamento, os tanques foram abastecidos com água marinha e depois fertilizados com ração em pó (40% de proteína bruta) e açúcar refinado ou melaço, segundo o tratamento. O cálculo da quantidade de ração e da fonte de carbono foi realizado para iniciar o cultivo com uma concentração de sólidos suspensos totais (SST) de 200 mg L⁻¹, utilizando uma relação carbono:nitrogênio de 15:1 (AVNIMELECH, 1999; EBELING *et al.*, 2006; RAY *et al.*, 2010).

Para o controle da concentração de amônia no cultivo, foram utilizadas duas estratégias de fertilização: 1) nos sete primeiros dias após o povoamento, a quantidade de carboidrato necessária para neutralizar a amônia excretada pelo camarão foi estimada assumindo-se que o camarão assimila cerca de 25% do nitrogênio presente na ração, sendo o restante excretado na forma de amônia (AVNIMELECH, 1999; EBELING *et al.*, 2006). A fonte de carbono foi adicionada ao tanque em uma proporção de 20 g

de carboidrato para cada grama de NAT (nitrogênio amoniacal total). A segunda estratégia foi utilizada a partir do oitavo dia, e consistiu na adição de 20 g de carboidrato para cada grama de NAT presente na água de cultivo, quando o teor deste superava 1 mg L⁻¹ (AVNIMELECH, 1999).

Durante os trinta dias de experimento, a temperatura e o oxigênio dissolvido foram medidos duas vezes por dia com oxímetro YSI pro20. A salinidade, pH, alcalinidade, sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), amônia (NH₄), nitrito (NO₂) e fosfato (PO₄) foram verificados duas vezes por semana (APHA, 2005).

Os camarões foram alimentados quatro vezes ao dia com ração comercial com 40% de proteína bruta (PL-40 Guabi®). Semanalmente, efetuou-se biometria para ajustar fornecimento de ração seguindo tabela de alimentação para cultivo intensivo de camarões (VAN-WYK, 1999). No final do experimento, realizou-se biometria e avaliação da biomassa final para estimar os índices produtivos (sobrevivência, fator de conversão alimentar e produtividade) segundo as equações: sobrevivência estimada (%) = (número de animais final/número de animais inicial) x 100; fator de conversão alimentar = total de ração consumida (kg)/incremento de biomassa (kg); produtividade (kg m⁻³) = biomassa final (kg)/volume do tanque (m³)

Para as análises microbiológicas, coletaram-se amostras de água no início e no fim do experimento. Na sequência, as amostras coletadas foram semeadas em Agar Triptona de Soja (TSA) 3% de cloreto de sódio, para bactérias heterotróficas totais, e em Agar Tiosulfato Citrato Bile Sacarose (TCBS) 3% de cloreto de sódio, para *Vibrio* spp. Após 24 horas de incubação a 30 °C, foram contadas as unidades formadoras de colônias por mililitro.

Para calcular o custo da fertilização de cada unidade experimental por quilograma de camarão produzido, utilizou-se a equação: custo da fonte de carbono (R\$ kg⁻¹ de camarão produzido) = TFC (kg)/BC (kg) x C; onde o custo da fonte de carbono é a quantidade de fertilizante contendo carbono (açúcar refinado ou melaço de cana) utilizada para produzir um quilograma de camarão. TFC é a quantidade do fertilizante

utilizada, BC é a biomassa de camarão produzida por unidade experimental; C é o custo por do kg do fertilizante contendo carbono. O custo médio do melaço de cana por quilograma foi R\$ 2,27 e, do açúcar refinado, R\$ 1,65, segundo a média de valores de três estabelecimentos do comércio local.

Para análise estatística, os dados de sobrevivência, eficiência alimentar e sólidos suspensos voláteis foram transformados para arco seno da raiz quadrada. Já os dados de unidades formadoras de colônias foram transformados para logaritmo na base 10. Posteriormente, submetem-se todos os dados ao teste t para detectar diferenças significativas ao nível de significância de 5%.

Para análise estatística, os dados de sobrevivência, eficiência alimentar e sólidos suspensos voláteis foram transformados para arco seno da raiz quadrada. Já os dados de unidades formadoras de colônias foram transformados para logaritmo na base 10. Posteriormente, todos os dados foram submetidos ao teste t para detectar diferenças significativas no nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de todos os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para o camarão marinho (VAN WYK e SCARPA, 1999). A concentração de amônia foi superior no tratamento com açúcar refinado em relação ao controle (Tabela 1), mas não atingiu níveis tóxicos para a espécie (LIN e CHEN, 2001). O processo de nitrificação não predominou durante o ensaio, pois não houve aumento da quantidade de nitrito na água, assim como não houve redução da alcalinidade, processos que acontecem durante a nitrificação (EBELING *et al.*, 2006). Portanto, foi necessária a aplicação contínua de açúcar refinado e melaço para o controle da amônia na água dos tanques durante o experimento.

A alcalinidade e o teor de fosfato foram menores no tratamento com açúcar refinado em relação ao controle (Tabela 1), pois o melaço, além de ser uma fonte de carbono, possui cálcio e magnésio (que podem influir na alcalinidade de água) e fósforo (que interfere no teor de fosfatos)

(TECLU *et al.*, 2009). A alteração da alcalinidade já foi relatada em outros trabalhos no sistema de bioflocos fertilizado com melão (SCHVEITZER *et al.*, 2013; LORENZO *et al.*, 2015). Para os demais parâmetros de qualidade de água (pH, salinidade,

SST, SSV e nitrito), não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 1). A quantidade de bactérias totais e de *Vibrio* spp. no início e no fim do experimento também não foi afetada pela fonte de carbono utilizada (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis de qualidade da água, contagem de *Vibrio* spp. e bactérias heterotróficas totais na água de tanques berçário de *Litopenaeus vannamei*, cultivados por 30 dias em sistema de bioflocos com adição de melão e açúcar refinado ou melão como fonte de carbono. * Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste t ($p < 0,05$).

Parâmetro	Melão	Açúcar Refinado	p valor
Temperatura (°C)	28,79±0,12	28,08±0,03	0,12
Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹)	5,96±0,05	5,99±0,15	0,66
pH	7,98±0,06	7,91±0,02	0,49
Salinidade (g L ⁻¹)	34,63±0,48	34,38±0,48	0,49
Sólidos Suspensos totais (mg L ⁻¹)	786,70±105,25	750,10±100,27	0,63
Sólidos Suspensos Voláteis (mg L ⁻¹)	322,65±44,73	307,80±50,69	0,49
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	202,00±7,07 ^a	139,50±3,51 ^b	<0,01
Amônia (mg L ⁻¹)	1,04±0,18 ^a	1,70±0,43 ^b	0,03
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,04±0,02	0,06±0,04	0,46
Fosfato (mg L ⁻¹)	1,23±0,10 ^a	0,87±0,16 ^b	0,03
Bactérias totais (Log UFC mL ⁻¹)	5,67±0,35	5,61±0,72	0,90
<i>Vibrio</i> spp. (Log UFC mL ⁻¹)	3,87±0,46	4,24±0,25	0,21

Não se observou diferença significativa nos valores dos parâmetros zootécnicos entre os tratamentos (Tabela 2), sendo que o desempenho dos camarões foi similar aos relatados em outros trabalhos (MOSS e MOSS, 2004; OTOSHI *et al.*, 2006; MISHRA *et al.*, 2008; WASIELESKY *et al.*, 2013; CORREIA *et al.*, 2014). O consumo médio final de melão por tanque durante o período experimental foi de 2,72±0,08 kg, equivalente a R\$ 6,16 por tanque e R\$ 2,47 por kg de camarão produzido. O consumo médio de açúcar refinado

por tanque durante o período experimental (1,45±0,03 kg) foi 47% menor do que o consumo de melão, equivalendo-se a R\$ 2,39 por tanque e R\$ 0,93 por kg de camarão produzido. Além disso, os gastos com o açúcar refinado nos 30 dias de experimento foram 62% menores do que com o melão, pois o açúcar refinado possui 39,6% de carbono e o melão, 22,0%, sendo necessária menor quantidade de açúcar refinado para corrigir o nitrogênio do sistema.

Tabela 2. Desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei*, cultivados por 30 dias em sistema de bioflocos com adição de melão e açúcar refinado ou melão como fonte de carbono. *Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste t ($p < 0,05$).

Parâmetro	Melão	Açúcar refinado	p valor
Sobrevivência (%)	84,18±5,99	75,49±12,56	0,34
Peso final (g)	1,05±0,08	1,21±0,24	0,95
Conversão alimentar	1,22±0,16	1,19±0,07	0,78
Produtividade (kg m ⁻³)	2,54±0,33	2,56±0,15	0,89

CONCLUSÃO

O açúcar refinado pode ser utilizado no controle da amônia em berçários de camarões cultivados em sistema de bioflocos, pois auxilia na redução dos custos de produção, mantendo os mesmos índices produtivos obtidos com o uso do melão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida a Esmeralda Chamorro Legarda, assim como pelo financiamento da pesquisa referente ao projeto CAPES/PVE/2712/2014. Felipe Vieira e Walter Seiffert receberam bolsa de produtividade de pesquisa do CNPq (número de processo PQ 309868/2014-9 e 302792/2012-0 respectivamente).

REFERÊNCIAS

- APHA. 2005 *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Em: (Ed.). American Water Works Association and Water Pollution Control Association 21. Washington, DC, USA.: American Public Health Association.
- AVNIMELECH, Y. 1999 *Carbon nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems*. *Aquaculture*, 176 (3-4): 227-235.
- AVNIMELECH, Y.; DE-SCHRYVER, P.; EMMERECIANO, M.; KUHN, D.; RAY, A.; TAW, N. 2010 *Biofloc Technology A Practical Guide Book, 2d Edition*. Baton Rouge, Louisiana: The World Aquaculture Society, 272.
- AZIM, M.E. e LITTLE, D.C.; 2008 *The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. *Aquaculture*, 283(1-4): 29-35.
- CORREIA, E.S.; WILKENFELD, J.S.; MORRIS, T.C.; WEI, I.; PRANGNELL, D.I e SAMOCHA, T.M. 2014 *Intensive nursery production of the Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei using two commercial feeds with high and low protein content in a biofloc-dominated system*. *Aquacultural Engineering*, 59: 48-54.
- CRAB, R.; AVNIMELECH, Y.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. 2007 *Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production*. *Aquaculture*, 270 (1-4): 1-14.
- CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. 2012 *Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges*. *Aquaculture*, 356: 351-356.
- EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. 2006 *Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems*. *Aquaculture*, 257(1-4): 346-358.
- FAO. 2014 *El estado mundial de la pesca y la acuicultura Oportunidades y desafíos*. Roma: 253.
- LIN, Y.C. e CHEN, J.C. 2001 *Acute toxicity of ammonia on Litopenaeus vannamei Boone juveniles at different salinity levels*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 259(1): 109-119.
- LORENZO, M.A.; SCHVEITZER, R.; ESPIRITO SANTO, C.M.; CANDIA, E.W. S.; MOURIÑO, J.L. P.; LEGARDA, E.C.; SEIFFERT, W.Q.; VIEIRA, F.N. 2015 *Intensive hatchery performance of the Pacific white shrimp in biofloc system*. *Aquacultural Engineering*, 67:53-58.
- MISHRA, J.K.; SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; GANDY, R.L.; ALL, A.M. 2008 *Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei, under limited discharge condition*. *Aquacultural Engineering*, 38(1): 2-15.
- MOSS, K.R.K. e MOSS, S.M. 2004 *Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35(4): 536-542.
- OTOSHI, C.A.; MONTGOMERY, A.D.; MATSUDA, E.M.; MOSS, S.M. 2006 *Effects of artificial substrate and water source on growth of juvenile Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(2): 210-213.
- RAY, A.J.; LEWIS, B.L.; BROWDY, C.L.; LEFFLER, J.W. 2010 *Suspended solids removal to improve shrimp (Litopenaeus vannamei) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems*. *Aquaculture*, 299(1-4): 89-98.

- SCHNEIDER, O.; SERETI, V.; EDING, Ep.H.; VERRETH, J.A.J. 2006 *Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. Aquaculture*, 261(4): 1239-1248.
- SCHVEITZER, R.; ARANTES, R.; COSTÓDIO, P.F.S.; ESPÍRITO SANTO, C.M., ARANA, L.A.; SEIFFERT, W.Q.; ANDREATTA, E.R. 2013 *Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of Litopenaeus vannamei in a tank system operated with no water exchange. Aquacultural Engineering*, 56:59-70.
- TECLU, D.; TIVCHEV, G.; LAING, M.; WALLIS, M. 2009 *Determination of the elemental composition of molasses and its suitability as carbon source for growth of sulphate-reducing bacteria. Journal of Hazardous Materials*, 161(2-3): 1157-1165.
- VAN-WYK, P. 1999 *Nutrition and Feeding of Litopenaeus vannamei in Intensive Culture Systems. In: (Ed.). Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida: Florida Department of Agriculture and Consumer Services*, 220.
- VAN-WYK, P. e SCARPA, J., 1999 *Water quality requirements and management. In: VAN WYK, P.; DAVIS-HODGKINS, M.; LARAMORE, R.; MAIN, K.L.; SCARPA, J. (Eds.), Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, FL, USA*, 141-162.
- WASIELESKY, W.; FROES, C.; FÓES, G.; KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; POERSCH, L. 2013 *Nursery of Litopenaeus Vannamei Reared in a Biofloc System: The Effect of Stocking Densities and Compensatory Growth. Journal of Shellfish Research*, 32(3): 799-806.