

Influência de duas dietas na qualidade da água dos tanques-berçário, utilizados no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Adriano Prysthon da Silva e Paulo de Paula Mendes*

Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: paulo_ufrpe@yahoo.com.br

RESUMO. Cultivos experimentais com pós-larvas do *Litopenaeus vannamei*, na fase de berçário, foram realizados em uma fazenda de camarão, objetivando avaliar a influência da utilização de duas dietas na qualidade físico-química das águas residuais. As dietas foram formuladas à base de ração comercial e náuplios de artêmia, denominadas MAC e MAA, respectivamente. Foram utilizadas pós-larvas no estágio (PL₁₉), estocadas a 16PL/L em dois tanques-berçário de 60 m³. Ao final de 10 dias de cultivo, as concentrações dos compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e fosfatados (fósforo total e ortofosfatos) dos tanques-berçário foram menores na dieta MAA do que na MAC (p<0,05). Conseqüentemente, a dieta MAA induziu menores taxas de incremento diário desses compostos, contribuindo com uma redução significativa dos nutrientes responsáveis pela eutrofização da água.

Palavras-chave: artêmia, berçário, camarão, eutrofização.

ABSTRACT. The influence of two diets on the quality of water in nursery tanks used in marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931). Experiments were carried out in a commercial marine shrimp farm in order to evaluate the use of two diets in *Litopenaeus vannamei* post-larvae, during nursery phase, on physiochemical wastewater quality. Two feeding methods were adopted: Commercial Feeding Method (MAC) and Artemia Feeding Method (MAA). The nursery tanks (60 m³) were provided with 19 days post-larvae (PL₁₉) with a stocking density of 16PL/liter. After 10 days of culture, the concentrations of nitrogen (ammonia, nitrite and nitrate) and phosphorus compounds (total phosphorus and orthophosphate) in the nursery tank were smaller for MAC, rather than MAA treatment (p<0.05). Consequently, MAA treatment induced low levels of daily compounds increment, thus contributing to a significant reduction of the nutrients that caused water eutrophication.

Key words: artemia, nursery tank, shrimp, eutrophication.

Introdução

A carcinicultura marinha no Brasil, sinônimo do cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei*, tem apresentado extraordinário crescimento nos últimos anos (Rocha e Rodrigues, 2002). No entanto, existe uma preocupação pertinente quanto à qualidade da água nos cultivos, principalmente no que concerne ao nível de poluição dos efluentes descartados pelas fazendas (Boyd, 2003).

Normalmente, as fazendas de cultivo de camarão adotam como estratégia de manejo a estocagem das pós-larvas nos tanques-berçário, para aclimatá-las antes de iniciar o processo de engorda propriamente dito. Nessa fase, as pós-larvas são alimentadas com rações específicas ou muitas vezes trituradas. Independente da qualidade e ou da origem da dieta utilizada, grande quantidade de ração é ofertada, o

que propicia a sua perda e conseqüentemente a sua decomposição, ocasionando deterioração e comprometimento da qualidade da água. Entre as opções disponíveis para minimizar o referido problema, dispõe-se da administração de alimentos micro-encapsulados ou vivos.

Os alimentos vivos, em especial os náuplios de artêmia, podem ofertar uma alternativa viável, pois além de oferecer altos índices protéicos, são relativamente fáceis de serem adquiridos. No Brasil, em certas épocas do ano, os cistos de artêmia são bastante acessíveis em função do preço, induzindo o seu uso pelos produtores. Em decorrência de sua importância, vários autores, nesses últimos anos, têm pesquisado quanto a sua produção (Joshi e Vartak, 1999; Câmara, 2003).

A *Artemia sp.* ocorre naturalmente em diversos ecossistemas aquáticos em todo o mundo (Sorgeloos

e Kulasekarapandian, 1984). No Brasil, em escala de potencial produtivo, ocorre principalmente no estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente nos municípios de Macau, Grossos e Areia Branca. Essa região é rica em salinas, a qual, associada aos ventos alísios e à insolação na maior parte do ano, torna-se ambiente propício para o desenvolvimento da artêmia.

A artêmia obtém seu alimento pela filtração da água, podendo ingerir alimento com um tamanho de 5 a 50 μm . A capacidade filtradora não-seletiva desse crustáceo o classifica como potencial agente na diminuição de partículas em suspensão e conseqüentemente na concentração de nutrientes. Tais nutrientes, em excesso, são causadores da eutrofização, entre eles estão os compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e os fosforados (fósforos e fosfatos). As concentrações desses compostos incrementam-se facilmente devido ao excesso de ração colocada diariamente no tanque. Cabe salientar que esse procedimento de alimentação com ração é considerado normal nas fazendas de camarão. Desta forma, objetivou-se avaliar a qualidade da água de cultivo dos tanques-berçário quando administrados os náuplios de artêmia e a ração comercial.

Material e métodos

Cultivos experimentais de pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, na fase berçário, foram realizados em uma fazenda comercial localizada em Ponta de Pedras, no município de Goiana, litoral do Estado de Pernambuco, Brasil. A referida fazenda possui 5 viveiros de engorda e o complexo berçário, que dispõe de 2 tanques-berçário. Os tanques-berçário são de alvenaria, com dimensões de 4,0 m de raio, 1,2 m de altura, localizados ao ar livre. Cada tanque possui um dreno central, para renovação de água e despesca, e sistema de aeração de fundo. Durante os cultivos, utilizou-se uma coluna de água de 1 m de altura, gerando um volume útil de 50 m^3 . O tempo de cultivo foi de 10 dias, equivalentes ao utilizado no sistema comercial para essa fase.

A água utilizada para os cultivos foi filtrada em malha de $\pm 1,0$ mm e obtida diretamente do canal de abastecimento dos viveiros de engorda. Foram utilizadas pós-larvas de 19 dias (PL_{19}) com aproximadamente $\pm 0,006$ g. Antes das pós-larvas serem estocadas nos tanques-berçário, elas foram aclimatadas durante uma hora, objetivando minimizar as diferenças de pH, temperatura e do oxigênio dissolvido entre as águas contidas nos sacos de transporte e as dos tanques. O processo foi realizado com imersão dos sacos plásticos abertos, dentro dos tanques, e com a adição a cada 15 minutos de água do

tanque em seu interior. Posteriormente, foram liberadas e estocadas a densidade de 16 PL/L, totalizando 800.000 PL/tanque. Um dia antes do povoamento, a água dos tanques foi fertilizada com uréia (3,0 ppm) e superfosfato triplo (0,3 ppm), para favorecer o desenvolvimento do fito e do zooplâncton. Foi realizada apenas uma sifonagem de fundo no 9º dia, para a retirada do excesso de ração e resíduos metabólicos. Ao final do processo de sifonagem, renovou-se a água até atingir um total de 80% do volume total do tanque. Os tanques foram submetidos à aeração constante, durante 24 horas, e a salinidade foi mantida em 30‰ (partes por mil).

Foram testadas duas dietas, uma à base de ração comercial e a outra de náuplios de artêmia. A primeira dieta, denominada Método de Alimentação Comercial (MAC), foi formulada com ração comercial peletizada, com a seguinte composição centesimal: 40% de proteína bruta, 13% de umidade, 8% de extrato etéreo, 6% de fibra e 13% de cinzas. A dieta com artêmia foi denominada Método de Alimentação Artêmia (MAA). Diariamente, as dietas MAC e MAA foram administradas à razão de 20% da biomassa dos camarões. Em ambos os tratamentos, o alimento foi ofertado em intervalos de 2 horas, totalizando 12 alimentações por dia. Para obtenção dos náuplios de artêmia, foram utilizados cistos adquiridos na região de Grossos/RN, doados pelo Projeto Artêmia da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC).

Diariamente, nos tanques-berçário, foram mensuradas às 5h e às 17h as seguintes variáveis: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e salinidade (%). Após as mensurações, foram coletadas amostras de água para análise de amônia ($\mu\text{g/L}$), nitrito ($\mu\text{g/L}$), nitrato ($\mu\text{g/L}$), fósforo ($\mu\text{g/L}$), fosfato total ($\mu\text{g/L}$), ortofosfato ($\mu\text{g/L}$) e clorofila-*a* ($\mu\text{g/L}$). As análises foram feitas de acordo com os seguintes métodos: amônia (Koroleff, 1976); nitrito (Golterman *et al.*, 1978); nitrato (Mackereth *et al.*, 1978); ortofosfato, fósforo total e fosfato total (APHA, 1995) e Clorofila-*a* (Nusch, 1980).

Para correlacionar as concentrações de amônia, nitrito, nitrato, fósforo total, fosfato total, ortofosfato e clorofila-*a* dos diferentes tratamentos alimentares (MAC e MAA), em função do tempo de cultivo, foi utilizado o seguinte modelo:

$$\text{Conc}_{(\text{Tratamento})_i} = \beta_0 + \beta_1 T_{(\text{dias})} + \varepsilon_i$$

Em que:

Conc - concentração;

Tratamento - MAA ou MAC;

β_0 e β_1 - parâmetros do modelo;

T- tempo de cultivo;

ε_i - erro associado a *i*-ésima observação.

Apesar do tempo de cultivo experimental ter sido de

10 dias, para o modelo acima só foram disponibilizadas as informações referentes aos 7 primeiros dias. Esse procedimento foi necessário porque, a partir desse tempo, muitas fazendas utilizam a técnica de troca de água dos tanques-berçários por águas provenientes dos viveiros de engorda, nos quais as pós-larvas serão cultivadas. Para comparar se os modelos foram coincidentes ou não estatisticamente, para cada variável analisada utilizou-se a estatística W proposta por Mendes (1999), ou seja:

$$W = (n_1 + n_2) \ln \left(\frac{SQ_{res(1,2)}}{n_1 + n_2} \right) - n_1 \ln \left(\frac{SQ_{res(1)}}{n_1} \right) - n_2 \ln \left(\frac{SQ_{res(2)}}{n_2} \right)$$

Em que:

W - estatística a ser comparada com a distribuição de $\chi^2_{(p-2, \alpha\%)}$, sendo “p” o número de parâmetros do modelo;

n_1 e n_2 - número de pontos das retas MAC e MAA;

$SQ_{res(1,2)}$ - soma de quadrados do resíduo das retas MAC e MAA, quando juntas;

$SQ_{res(1)}$, $SQ_{res(2)}$ - soma dos quadrados do resíduo das retas MAC e MAA, respectivamente.

Resultados e discussão

As concentrações do oxigênio dissolvido apresentaram um ciclo diário segundo o qual os valores mais baixos ocorreram durante a madrugada. Mesmo dispondo-se da aeração artificial, durante 24 horas, observou-se que o oxigênio dissolvido às 5h (Figura 1), apresentou maior amplitude no tratamento MAC (2,39 mg/L) do que o MAA (0,7 mg/L), ou seja, o uso da artêmia não interferiu na qualidade dessa variável, uma vez que as oscilações não foram significativas. A variação durante o dia às 5h (Figura 1) e às 17h (Figura 2), foi muito pequena no tratamento MAA (0,78 mg/L), enquanto que no tratamento MAC foi de 2,65 mg/L. Segundo Cohen *et al.* (2001), os sistemas de berçários que são aerados constantemente têm poucos problemas com relação ao oxigênio. A grande variação do oxigênio dissolvido, no tratamento MAC, indicou alta incidência da biomassa fitoplanctônica, da decomposição dos metabólitos e das sobras de ração. Esses resíduos geram uma série de gases e compostos tóxicos que potencializam o estresse das pós-larvas e, conseqüentemente, um crescimento deficitário. Ressalta-se que o oxigênio dissolvido é de extrema importância em cultivos intensivos e sua manutenção é essencial para o sucesso produtivo (Sabadin, 2003).

A temperatura média às 5h e às 17h variou de forma semelhante nos dois tratamentos (Figuras 3 e 4). A média estimada às 5h foi de $29,13 \pm 0,45^\circ\text{C}$ e de $29,14 \pm 0,45^\circ\text{C}$, enquanto que no horário das 17h de $30,84 \pm 0,69^\circ\text{C}$ e de $30,79 \pm 0,69^\circ\text{C}$, para os tratamentos MAC e MAA, respectivamente.

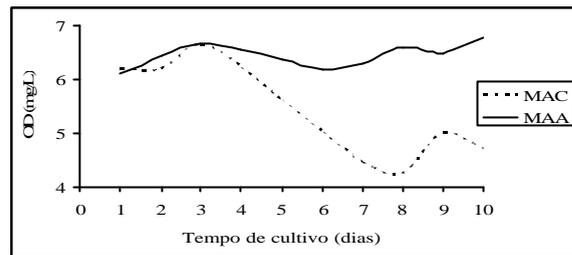


Figura 1. Oxigênio dissolvido na água de cultivo do *L. vannamei* às 5h e quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).
Figure 1. Dissolved oxygen in nursery tanks of *L. vannamei* at 5h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

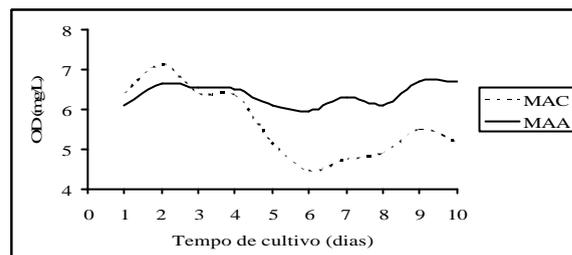


Figura 2 Oxigênio dissolvido na água de cultivo do *L. vannamei* às 17h e quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).
Figure 2. Dissolved oxygen in nursery tanks of *L. vannamei* at 17h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

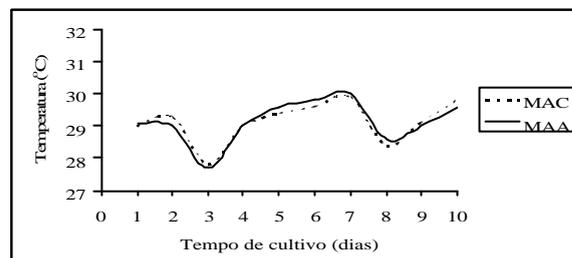


Figura 3. Temperatura da água de cultivo do *L. vannamei* às 5h e quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).
Figure 3. Water temperature in nursery tanks of *L. vannamei* at 5h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

As salinidades nos horários das 5h e das 17h (Figuras 5 e 6) variaram de forma semelhante nos dois tratamentos e com poucas oscilações durante o período de cultivo. As médias dos tratamentos MAC e MAA, nesses horários, foram de $30,0 \pm 0,0\%$ e $29,85 \pm 0,24\%$ e de $30,1 \pm 0,41\%$ e $30,0 \pm 0,34\%$, respectivamente. Robertson *et al.* (1993), cultivando o *L. vannamei*, verificaram que o aumento da salinidade ajuda na obtenção de proteína. No entanto, não se pode dizer que a salinidade tenha sido um fator diferencial nos resultados do cultivo, pois nos dois tanques a salinidade manteve-se praticamente constante.

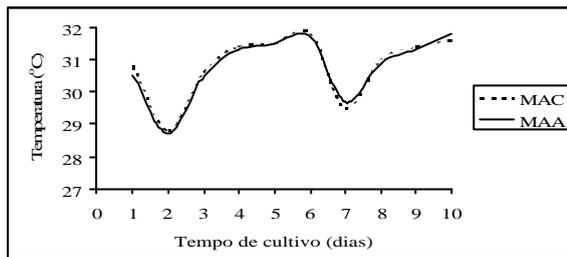


Figura 4. Temperatura da água de cultivo do *L. vannamei* às 17h e quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 4. Water temperature in nursery tanks of *L. vannamei* at 17h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

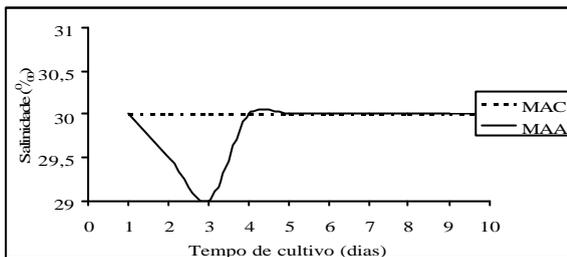


Figura 5. Salinidade da água de cultivo do *L. vannamei* às 5h e quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 5. Salinity in nursery tanks of *L. vannamei* at 5h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

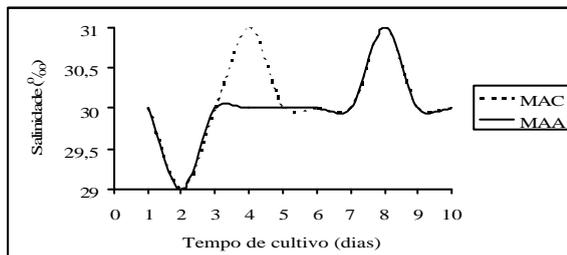


Figura 6. Salinidade da água de cultivo do *L. vannamei* às 17h e quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 6. Salinity in nursery tanks of *L. vannamei* at 17h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

Verificou-se que, no tratamento MAC, a amplitude do pH foi de 0,84 e no MAA de 0,19, evidenciando-se, portanto, maior estabilidade da água nesse tratamento (Figuras 7 e 8). Independente das amplitudes e variações, as médias dos valores de pH (MAC = 7,77 e MAA = 8,12) dos tratamentos mantiveram-se dentro dos parâmetros aceitáveis de cultivo (6 a 9), segundo Boyd (2001). As grandes variações de pH, durante o dia, estão intimamente ligadas à mudança do ritmo fotossintético e são prejudiciais ao crescimento dos camarões. Dentre os fatores mais correlacionados com as oscilações do pH da água no tratamento MAC, pode-se associar o grande volume de nutrientes gerados pelos resíduos metabólicos e, conseqüentemente, a biomassa fitoplanctônica. O aumento da densidade fitoplanctônica, no tratamento MAC, vem corroborar

as afirmações de Kubitzka (2003), ao associar as variações de pH com a presença excessiva de fitoplâncton.

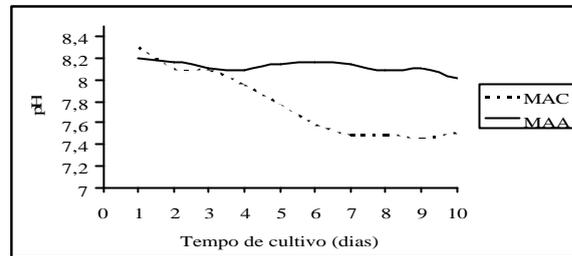


Figura 7. Variação do pH da água de cultivo do *L. vannamei* às 5h, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 7. pH in nursery tanks of *L. vannamei* at 5h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

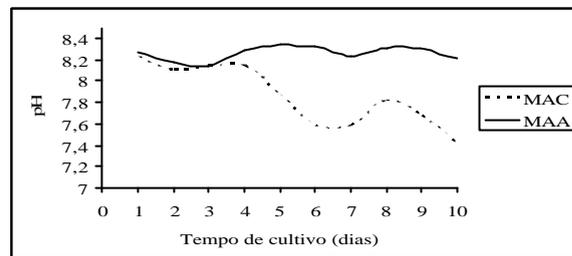


Figura 8. Variação do pH da água de cultivo do *L. vannamei* às 17h, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 8. pH in nursery tanks of *L. vannamei* at 17h, under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

A análise dos compostos nitrogenados como amônia (Figura 9), o nitrito (Figura 10) e o nitrato (Figura 11), decorrentes de decomposição da matéria orgânica, apresentou tendências bem evidentes no que diz respeito à comparação entre a qualidade da água dos tratamentos MAC e MAA. Verificou-se uma tendência de acúmulo da amônia, do nitrito e do nitrato, com o tempo de cultivo. A amônia, no tratamento MAC, apresentou uma taxa de crescimento diário de 65,14 $\mu\text{g/L}$, enquanto que no MAA foi de 23,64 $\mu\text{g/L}$ (Figura 9). Segundo Lin e Chen (2001) e Wasielesky *et al.* (2003), a alta concentração de amônia está associada aos efeitos do crescimento negativo dos camarões. Boyd (2001) estabelece que a faixa prejudicial ao crescimento situa-se acima de 1,0 mg/L.

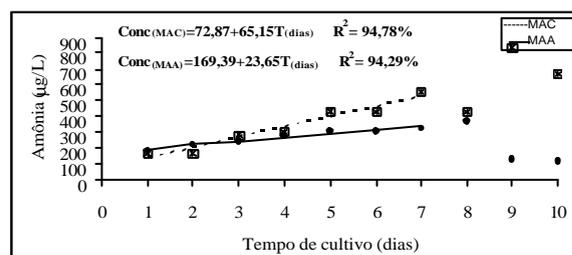


Figura 9. Concentração da amônia da água de cultivo do *L. vannamei*, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 9. Ammonia concentration in nursery tanks of *L. vannamei* under two treatments: ration (MAC) and Artemia (MAA).

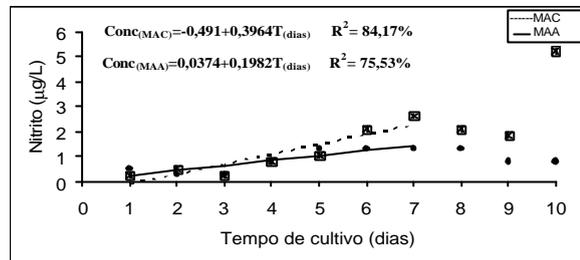


Figura 10. Concentração de nitrito da água de cultivo do *L. vannamei*, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 10. Nitrite concentration in nursery tanks of *L. vannamei* under two treatments: ration (MAC) and Artemia (MAA).

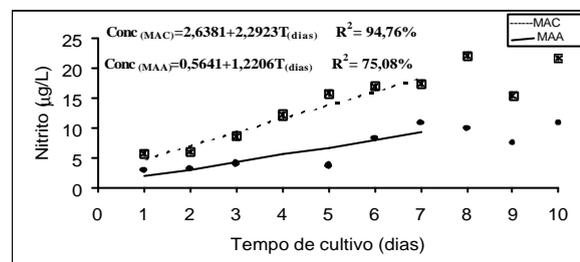


Figura 11. Concentração do nitrato da água de cultivo do *L. vannamei*, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 11. Nitrate concentration in nursery tanks of *L. vannamei* under two treatments: ration (MAC) and Artemia (MAA).

A taxa de incorporação diária do nitrito e nitrato, nas águas do tratamento MAC, foi de 0,39 e 2,29 µg/L e do MAA de 0,20 e 1,22 µg/L, respectivamente. A diferença de 51,28% no nitrito e de 53,28% no nitrato, entre os tratamentos, confirma a mesma tendência obtida para a amônia. Esses resultados já eram esperados, em decorrência da relação direta das concentrações do nitrito e nitrato na de amônia no processo de nitrificação. Vários autores já relataram os altos índices de amônia e seus reflexos negativos no crescimento do *L. vannamei* (Samocha *et al.*, 2001a,b; Zelaya *et al.*, 2001; Argue *et al.*, 2002).

A utilização de náuplios de artêmia como dieta (MAA), gerou baixas concentrações dos compostos nitrogenados, conseqüentemente reduzindo os níveis de poluentes em comparação aos tanques que receberam a ração (MAC). Martinez *et al.* (1997) e Velasco *et al.* (1999), postularam que as dietas à base de ração proporcionam elevações dos níveis de amônia, nitrito e nitrato em cultivos de *L. vannamei*. A manutenção dos compostos nitrogenados em níveis aceitáveis, além de diminuir o estresse do camarão, proporciona diminuição da carga de nutrientes lançados ao meio ambiente.

Com base no monitoramento dos compostos

fosfatados, por fazerem parte também do processo de decomposição da matéria orgânica, evidenciou-se a mesma tendência de aumento diário observado nos compostos nitrogenados. O tratamento MAC foi o que apresentou os maiores níveis de fosfatos. O acúmulo na concentração de fósforo (Figura 12), induziu uma taxa de crescimento diária da ordem de 520,62 µg/L, para o MAC, e de 134,5 µg/L, para o MAA. Já a taxa de crescimento diário do fosfato total para o MAC foi de 211,71 µg/L contra 33,98 µg/L do MAA, representado uma redução de 6,5 vezes entre os dois tratamentos (Figura 13). O ortofosfato teve uma tendência semelhante à apresentada pelo fósforo (Figura 14), pois a taxa média de acúmulo diário foi de 84,33 µg/L, para o MAC, e de 16,15 µg/L para o MAA (5,22 vezes maior). Altas concentrações desses compostos comprometem a qualidade da água de cultivo, reduzem a taxa de crescimento dos camarões e, principalmente, como essas águas ao final do cultivo muitas vezes são liberadas para o meio sem nenhum tratamento, elas contribuem para a eutrofização dos ecossistemas (Johnson *et al.*, 2003).

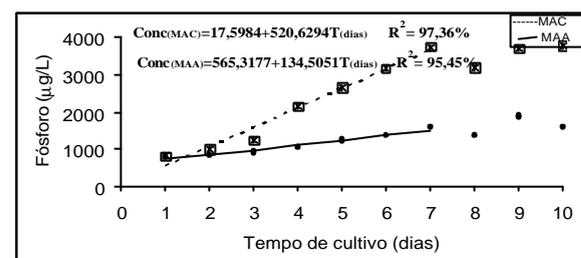


Figura 12. Concentração do fósforo da água de cultivo do *L. vannamei*, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 12. Phosphorus concentration in nursery tanks of *L. vannamei* under two treatments: ration (MAC) and Artemia (MAA).

Montoya *et al.* (2000), correlacionaram o arraçoamento com a dinâmica do fósforo, indicando que maiores taxas de alimentação incrementam suas concentrações. Velasco *et al.* (1999), trabalhando com o *L. vannamei*, verificaram que o acúmulo de fósforo total é prejudicial ao crescimento do camarão. Martinez *et al.* (1997) também encontraram altas concentrações de fosfato alimentando o *L. vannamei* com ração, provavelmente devido à decomposição da mesma.

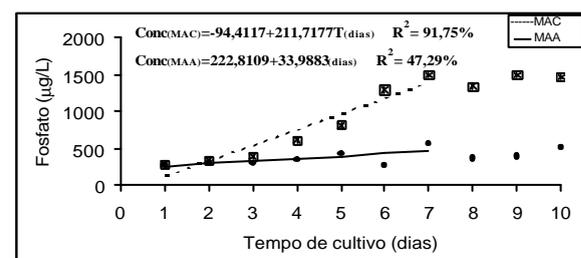


Figura 13. Concentração do fosfato total da água de cultivo do *L. vannamei*, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 13. Total phosphate in nursery tanks of *L. vannamei* under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

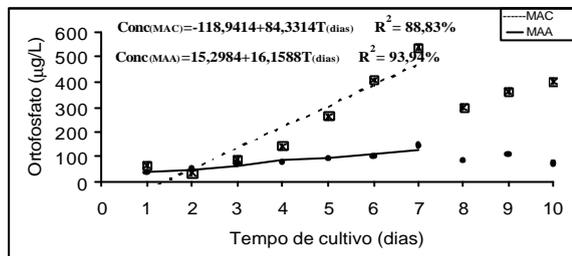


Figura 14. Concentração do ortofosfato da água de cultivo do *L. vannamei*, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 14. Orthophosphate concentration in nursery tanks of *L. vannamei* under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

O controle da concentração de clorofila-*a* é de extrema importância, por ser um indicador quantitativo de biomassa fitoplanctônica. Segundo o modelo matemático expresso na Figura 15, não houve diferença significativa nas concentrações de clorofila-*a* entre os tratamentos MAC e MAA ($p=0,05$) e, portanto, foram representados por uma única equação matemática. A taxa de incremento diário da clorofila-*a* foi de 23,11 µg/L.

De acordo com os resultados obtidos com os nutrientes, verificou-se que a utilização dos náuplios de artêmia (MAA) como alimento para as pós-larvas foi altamente benéfica do ponto de vista da preservação da qualidade da água. A artêmia, sendo um filtrador não seletivo, quando disponibilizada viva pode consumir algas vivas ou mortas e outras partículas orgânicas que contribuem com o aumento das concentrações desses nutrientes. Portanto, além de servirem como alimento para as pós-larvas, elas desempenham o papel de filtros para o sistema. Salienta-se que Lavens e Sorgeloos (2000), ao realizarem experimentos acerca da importância do alimento vivo, concluíram que eles podem reduzir a carga bacteriana existente na água de cultivo. A relevância ecológica do uso da artêmia, como alimento e como biofiltro, não tem precedente e vem a mostrar seu potencial como redutor dos principais nutrientes responsáveis pela eutrofização das águas de cultivo do *Litopenaeus vannamei*.

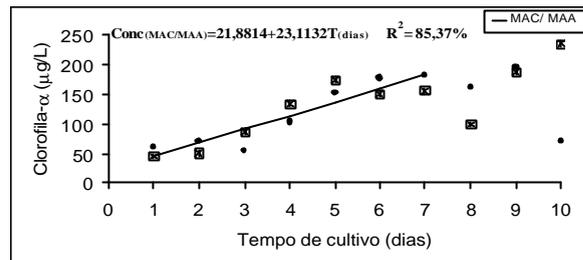


Figura 15. Concentração da Clorofila-*a* na água de cultivo do *L. vannamei*, quando alimentados com ração (MAC) e artêmia (MAA).

Figure 15. Chlorophyll *a* concentration in nursery tanks of *L. vannamei* under two treatments: ration (MAC) and artemia (MAA).

Conclusão

Ao utilizar dietas à base de ração comercial e de náuplios de artêmia no cultivo do *Litopenaeus vannamei*, na fase berçário, pode-se concluir que:

A qualidade química da água residual dos tanques foi altamente influenciada pelo tipo de dieta;

O uso dos náuplios de artêmia minimiza a concentração dos principais nutrientes responsáveis pela eutrofização da água.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Cláudio Moreira da Cunha Rabelo, proprietário da Tabatinga Aquacultura Ltda, pelas facilidades e equipamentos disponibilizados.

Referências

- APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19. ed. Washington, D.C.: APHA/AWWA/WEF, 1995.
- ARGUE, B.J. *et al.* Tolerance and heritability of Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* to high concentrations of ammonia. *Aquaculture*. Amsterdam, v. 155, p. 310-325, 2002.
- BOYD, E.C. *Manejo da qualidade de água na aquicultura e no cultivo do camarão marinho*. Recife: Tradução ABCC, v. 1 e 2, 2001.
- BOYD, E.C. Water quality monitoring on shrimp farms. In: WORLD AQUACULTURE, 1., 2003, Salvador. *Book of Abstracts...* Salvador: 2003, v. 1. p. 119.
- CÂMARA, M.R. Towards a sustainable *Artemia* industry in Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. In: WORLD AQUACULTURE, 1., 2003, Salvador. *Book of Abstracts...* Salvador: 2003, v. 1. p.148.
- COHEN, J.M. *et al.* The culture of *Litopenaeus vannamei* under bio-secured and zero exchange conditions. In: AQUACULTURE, 1., 2001. Amsterdam. *Book of Abstracts...* Aquaculture, p. 130, 2001.
- GOLTERMAN, H.J. *et al. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. London. Blackwell Sci. Pub., (IBP Handbook, 8), 1978.
- JOHNSON, B.; CHEN, S.; TYLER, K. A novel approach

- to improving solids transport and removal operations in high-density flow-through aquaculture facilities to reduce phosphorus discharge. In: WORLD AQUACULTURE, 1., 2003, Salvador. *Book of Abstracts...* Salvador: 2003, v. 1. p. 380.
- JOSHI, V.P.; VARTAK, V.R. A simple method for artemia (brine shrimp) cyst production. *Fishing Chimes Visakhapatnam*, v. 19, n. 7, p. 26-31, 1999.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients.. In: GRASSHOFF, K. (Ed.). *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie Weinheim. p. 117-187. 1976.
- KUBITZA, F. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. 1. ed. Jundiaí, 2003.
- LAVENS, P.; SORGELOOS, P. The history, present, status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 181, p. 397-403, 2000.
- LIN, Y.C.; CHEN, J.C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Amsterdam, v. 259, p. 109-119. 2001.
- MACKERETH, F.J.H. *et al.* 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. *Scient. Public.*, London, n. 36: 121p.
- MARTINEZ, C.L.R. *et al.* Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* (Boone 1931) in low water exchange ponds. *Aquacult. Eng.*, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 21-28. 1997.
- MENDES, P.P. *Estatística Aplicada a Aqüicultura*. Bagaço: Recife. 1999.
- MONTOYA, R.A. *et al.* Simulation of phosphorus dynamics in an intensive shrimp culture system: effects of feed formulations and feeding strategies. *Ecol. Model.*, Amsterdam, v. 129, p. 131-142, 2000.
- NUSCH, E.A. Comparison of different methods for chlorophyll and phalopigments determination. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, Stuttgart, n. 14, p. 14-36, 1980.
- ROBERTSON, L. *et al.* Interaction of salinity and feed protein level on growth of *Penaeus vannamei*. *J. Appl. Aquac.*, Binghamton, v. 2, n. 1, p. 43-54, 1993.
- ROCHA I.P.; RODRIGUES, J. As estatísticas da carcinicultura. *Revista da ABCC*, Recife, Ano 4, n. 1, p. 39, 2002.
- SABADIN, V.S. Automation and control of dissolved oxygen in aquaculture. In: WORLD AQUACULTURE, 1., 2003, Salvador. *Book of Abstracts...* Salvador, v. 2, p. 664. 2003.
- SAMOCHA, T.M. *et al.* Use of intensive nursery raceway system with limited water discharge to improve production of *Litopenaeus vannamei* in white spot infected area in Ecuador. In: AQUACULTURE, 1., 2001. Amsterdam. *Book of Abstracts...* Aquaculture, 2001a, v. 1. p. 572.
- SAMOCHA, T.M. *et al.* Development of integrated environmentally-sound inland shrimp production technologies for *Litopenaeus vannamei*. In: AQUACULTURE, 1., 2001. *Book of Abstracts...* 2001b, v. 1. p. 571.
- SORGELOOS, Y.; KULASEKARAPANDIAN. Production and use of *Artemia* in aquaculture. CMFRI Special Publication, n. 15, 1984.
- VELASCO, M. *et al.* Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture*. Amsterdam, v. 179, p. 141-148, 1999.
- WASIELESKY, W.J. *et al.* Chronic effects of ammonia, nitrite and nitrate on survival and growth of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles. In: WORLD AQUACULTURE, 1., 2003, Salvador. *Book of Abstracts...* Salvador: 2003, v. 1. p. 468.
- ZELAYA, O. *et al.* Effects of water recirculation on water quality and bottom soil in shrimp ponds: In: AQUACULTURE, 1., 2001. *Book of Abstracts...* Aquaculture, v. 1, p. 711. 2001.

Received on June 10, 2005.

Accepted on December 09, 2005.