

PRODUÇÃO DE ORTOFOSFATO, AMÔNIA, NITRITO E NITRATO NO CULTIVO DE *Litopenaeus vannamei* UTILIZANDO DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA VEGETAL E ANIMAL

Waleska de Melo COSTA ^{1,5}; Alfredo Olivera GÁLVEZ ²;
Luis Otavio Brito ³; Elton Lima SANTOS ⁴

RESUMO

O presente estudo avalia a influência da fonte protéica vegetal sobre a qualidade de água. Em 24 tanques foram distribuídos 432 juvenis de camarões *Litopenaeus vannamei* com peso médio de 2,86 ± 0,09g, onde foram submetidos ao arraçoamento quatro vezes ao dia, com quatro dietas em quatro repetições cada, com diferentes níveis de proteína animal e vegetal na ração, respectivamente: A) 75 e 25%; B) 50 e 50%; C) 25 e 75% e D) ração comercial, durante 60 dias. A quantidade de ração e a frequência de alimentação, não diminuíram as concentrações de ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato quando comparadas a ração controle (p<0,05).

Palavras-chave: nutrição, qualidade de água, camarão, *Litopenaeus vannamei*, dieta, sustentabilidade

PRODUCTION OF ORTHOPHOSPHATE, AMMONIA, NITRITE AND NITRATE IN THE CULTIVATION FROM *Litopenaeus vannamei* CULTURE USING DIET WITH DIFFERENT VEGETAL AND ANIMAL PROTEIN LEVELS

ABSTRACT

This study evaluates the influence of vegetal protein sources in the water quality. 432 juveniles of *L. vannamei* shrimp average weight 2.86 ± 0.09g were stocked in 24 tanks, fed 4 times a day, with 4 different diets and 4 repetitions each. These diets had different animal and vegetal protein levels, respectively: A) 75 and 25%; B) 50 and 50%; C) 25 and 75% and D) commercial feed, during 60 days. The quantity of feed and feeding frequency, didn't decrease orthophosphate, ammonia, nitrite and nitrate concentrations compared to the control treatment (p< 0.05).

Key words: nutrition, quality water, shrimp, *Litopenaeus vannamei*, diet, sustainability

Nota Científica: Recebida em: 13/10/2006; Aprovada em: 13/08/2007

¹ M.Sc. em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Departamento de Zootecnia - PPGZ, UFRPE, Recife-PE. CEP: 52171900. e-mail: waleskawin@gmail.com

² Dr. em Aqüicultura, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, UFRPE, Departamento de Pesca. Recife-PE. CEP: 52171900

³ IPA-Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, engpescalo@hotmail.com

⁴ M.Sc. em Nutrição Animal - PPGZ/ UFRPE

⁵ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora

INTRODUÇÃO

A rápida expansão da carcinicultura proporcionou a geração de divisas substanciais para muitos países em desenvolvimento, assim como para países desenvolvidos, entretanto, essa expansão tem sido acompanhada por crescentes preocupações sobre impactos ambientais e sociais relacionados ao seu desenvolvimento. A sustentabilidade da carcinicultura é questionada por alguns em vista de sua auto-poluição em áreas de cultivo de camarão, combinada com a introdução de patógenos, resultando em grandes surtos de doenças, e por perdas econômicas significativas nos países produtores (FAO/NACA/UNEP/WB/WWF, 2006).

A Amônia entra em um sistema aquático por excreção, decomposição e mineralização de produtos metabólicos de animais cultivados e da alimentação não consumida. Amônia que é um toxicante comum em sistemas de cultivos intensivos, deteriora qualidade de água e ameaça o crescimento dos camarões (CHEN e LIN, 1992).

A amônia é convertida a nitrato através do processo de nitrificação, nitrito é formado como um produto intermediário. Se a conversão para nitrato é impedida, concentrações significantes de nitrito podem acumular no ambiente (THURSTON, *et al*, 1978).

A composição da dieta é um importante aspecto não só para o sucesso da prática da aquicultura, para assegurar altas taxas de peso e crescimento, mas também alimentar os animais, deixando-os preparados para enfrentar o stress dos níveis de amônia no ambiente de cultivo (SCHMITT e SANTOS, 1998). O camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, é uma importante espécie cultivada no Nordeste do Brasil, e novas técnicas de manejo estão evoluindo para um cultivo mais sustentável.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os níveis dos compostos nitrogenados e do ortofosfato nos efluentes do cultivo de *L. vannamei* alimentados com rações com diferentes níveis de proteína vegetal e animal, na tentativa de diminuir a quantidade desses compostos nos efluentes de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Alimentação em Aquicultura – Campo de Produção e Comercialização de Ipojuca, pertencente à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, localizada em Porto de Galinhas – Ipojuca - PE.

Distribuiu-se aleatoriamente 432 juvenis de *Litopenaeus vannamei* ($2,86 \pm 0,09g$) provenientes de duas fazendas de camarão marinho localizadas no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, em uma densidade de 27 juvenis/m² em 16 tanques com área de 0,88m² e volume de 500L, em um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos (níveis de proteína vegetal e animal mais o controle) e 4 repetições. A taxa de renovação diária de água nos 16 tanques era de aproximadamente 10%, e reabastecidos individualmente. A temperatura da água, o pH e o oxigênio dissolvido foram aferidos diariamente, e semanalmente amostras de água eram coletadas e congeladas até o final do ciclo de cultivo em garrafas plásticas, para determinação dos níveis de nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato, totalizando 144 amostras.

Avaliaram-se 3 níveis de proteína vegetal (75%; 50% e 25%) respectivamente nas rações A, B e C e um controle (D – ausente de proteína vegetal). As rações foram formuladas de acordo com a exigência nutricional da espécie com base nas tabelas da EMBRAPA (1989) e NRC (1993) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição calculada das rações utilizadas pelos camarões

Nutrientes	Rações			
	A	B	C	D*
Proteína bruta (%)	34,99	34,97	34,95	(mín) 35,00
Fibra bruta (%)	2,56	3,46	4,92	(máx) 6,00
Cinzas (%)	13,83	10,98	8,90	(máx) 13,00
Extrato Etéreo (%)	10,44	8,01	7,46	(mín) 8,00
Cálcio (%)	3,50	2,44	1,52	(máx) 3,00
Fósforo (%)	1,85	1,45	1,21	(mín) 0,70
Umidade (%)	10,72	11,52	11,78	(máx) 13,00
Energia bruta (kcal/kg)	4.169	4.148	4.236	-
Energia digestível (kcal/kg)	3.190	3.127	3.135	-

*Níveis de garantia do fabricante.

Os ingredientes utilizados nas rações foram moídos em moinho de facas, com peneira para se apresentarem com diâmetro máximo de 0,5mm. A farinha de peixe, farelo de soja, farelo de trigo, milho, óleo de soja, fosfato bicálcico, premix e sal comum foram homogenizados e peletizados e, posteriormente, secos em estufa.

Os juvenis foram alimentados quatro vezes ao dia, 08h; 12h; 16h e 22h, com ração contendo 35% de proteína, em uma proporção de 4% da biomassa nas 3 primeiras semanas, e 3% nas 4 semanas seguintes e finalmente 2% nas 3 últimas semanas, totalizando 60 dias de cultivo. Diariamente foi realizada limpeza dos aquários, por sifonagem, para retirada dos eventuais resíduos e fezes.

Todos os dados abióticos obtidos foram analisados no Laboratório de Física e Química do Solo e Água do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco.

Os procedimentos das análises das amostras de nitrito, nitrato, ortofosfato e amônia seguiram os métodos estabelecidos no Standard Methods for the Examination of Wastewater (APHA, 1995).

A análise estatística de qualidade de água foi realizada a partir da técnica de análise de variância (ANOVA) no nível de 5% de significância. O teste de Tukey foi utilizado na comparação múltipla das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura da água variou de 26,0 °C a 28,0 °C, os níveis médios de oxigênio dissolvido e a salinidade permaneceram constantes com valores acima de 5,6 mg/L e 35,80‰ ± 1,00, respectivamente e, os valores de pH variaram de 7,2 a 7,80, com média de 7,7. Os resultados estão condizentes com as concentrações indicadas por KUBITZA (2003), que sugere valores acima de 4 mg/L para o oxigênio nos cultivos.

VINATEA (2002) relata que as concentrações médias padrões observadas em aquícultura, para pH e o oxigênio dissolvido, são 6,5-8,0 e 100% de saturação, respectivamente, para águas com 35‰. As águas dos viveiros de camarão devem ter, como padrão, um pH entre 7,5 a 8,5 (BOYD, 2001a), sendo assim, os valores encontrados no presente experimento são considerados satisfatórios.

JOHNSTON *et al.* (2002) obtiveram resultados de pH ácido (6,5) e baixo oxigênio dissolvido (3,7 mg/L) em seu experimento. Esses autores observaram que

em geral, a qualidade de água não se apresentava adequada para o cultivo de camarão na região meridional do Vietnã, nas 12 fazendas monitoradas. Em oito delas, o oxigênio dissolvido apresentava níveis letais de 1-2 mg/L.

Os valores da concentração oxigênio dissolvido recomendado pela Global Alliance Aquaculture são de uma concentração inicial mínima de oxigênio de 3 mg/L, podendo chegar até 4 mg/L (BOYD, 2002).

A temperatura da água nos tanques quase não apresentou variação durante o cultivo, tendo como menor média final 27,27 ± 0,78°C no tratamento B e maior 27,65 ± 0,72°C no C. Segundo BOYD (2001b), as espécies cultivadas em águas tropicais crescem melhor em temperaturas de 25 a 32°C. Os dados de temperatura deste experimento estão, portanto, dentro da faixa sugerida.

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para as rações testadas. Os valores semanais da qualidade de água para as rações A, B, C e D, estão nas figuras 1, 2, 3 e 4.

A quantidade de ração e a frequência de alimentação 4 vezes/dia, não aumentou as concentrações de ortofosfato, amônia e nitrato ao final do cultivo, que se encontram de acordo com as normas iniciais da GAA que para o fósforo total nos efluentes da carcinicultura é que seja de no máximo 500µg/L.

Estudos realizados no México por PÁEZ-OSUNA *et al.* (1997, 1998, 1999) acompanharam em dois ciclos de cultivo, fazendas que utilizavam densidade médias de 17 camarões/m², taxas de renovação de 3 a 20% e uso de alimento artificial. Nestes estudos foi demonstrado que os sistemas de produção semi-intensivos são responsáveis por incrementos consideráveis de sólidos totais suspensos, fósforo disponível, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, entre outros. Apresentaram ainda que no caso do fósforo, 83,4% são provenientes dos alimentos artificiais, onde apenas 6,1% são incorporados à biomassa de camarão e 30,3% são perdidos para o ambiente através dos efluentes.

A taxa de renovação de água, em geral, não ocasionou uma retenção nos níveis de fósforo do presente experimento (Figura 1). Os valores permaneceram abaixo do nível recomendado, apenas na 2^a e 6^a semanas do tratamento A chegou a alcançar 71,17µg/L e 59,31µg/L e na 4^a semana do tratamento C ultrapassou 70 µg/L onde os níveis se mostraram um pouco elevados em relação às outras semanas.

VELASCO *et al.*, (1999), trabalhando com o *L. vannamei*, verificaram que o acúmulo de fósforo total é prejudicial ao crescimento do camarão. LAWRENCE *et al.* (2003) relatam que as rações têm sido identificadas como o poluente mais importante na composição dos efluentes. É importante ressaltar que o manejo alimentar é o maior fator causador de poluição dos efluentes e, conseqüentemente do meio ambiente.

OSTRENSKY (1991) resumizou os mecanismos

de ação da amônia do seguinte modo: a presença excessiva de NH_3 altera o metabolismo celular devido ao aumento da alcalinidade; o excesso de amônia nas mitocôndrias causa reversão da enzima glutamato desidrogenase alterando o metabolismo oxidativo do ácido tricarbóxico, resultando na diminuição das concentrações celulares de ATP e a amônia inibe o transporte ativo dos íons sódio, podendo afetar o transporte dos íons cloreto, bicarbonato e a reabsorção de água em epitélios transportadores.

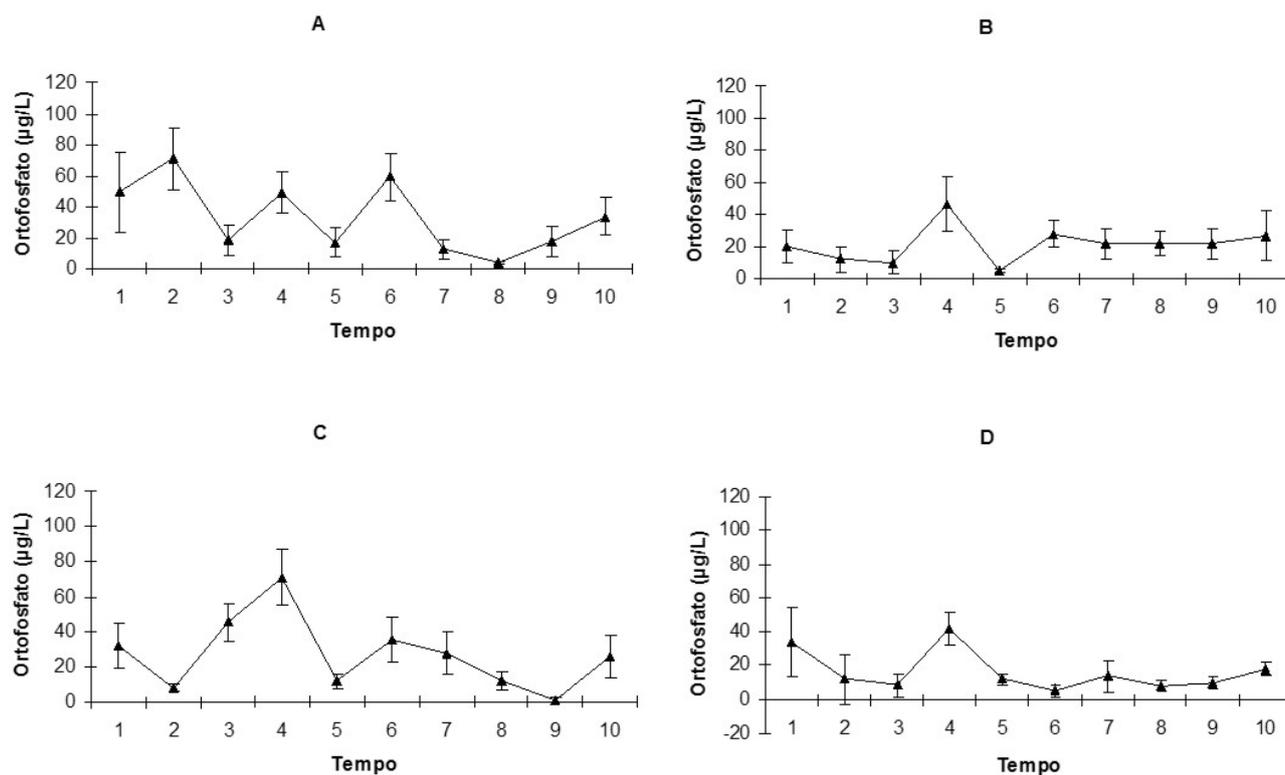


Figura 1. Teores de ortofosfato na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e ração D, ao longo das semanas

Do início do experimento até a 5ª semana de cultivo, os níveis de amônia permaneceram elevados para todos os tratamentos (Figura 2), onde só a partir da 6ª semana esses níveis decresceram e permaneceram abaixo do nível observado para a espécie, que segundo VINATEA (2002) as concentrações padrões observadas em aquícultura para a amônia é de valores inferiores a 20 µg/L. Para a GAA a norma inicial é de no máximo 0,5mg/L de nitrogênio de amônia na água dos efluentes de cultivo, estando os resultados do trabalho, dentro dos níveis recomendados pela GAA.

RACOTTA e HERRERA (2000) estudando a

influência da concentração de amônia no cultivo do *L. vannamei*, encontraram maior consumo de oxigênio com o aumento da concentração de amônia na água, discordando com os resultados encontrados nesse experimento, onde não ocorreu maior consumo de oxigênio, mesmo durante as semanas com maior teor de amônia na água.

As altas porcentagens (4% biomassa) de fornecimento da ração, para todas as rações testadas, nas 3ªs semanas iniciais do cultivo, talvez tenham ocasionado essas altas concentrações de amônia, onde só começaram a cair a partir da diminuição do fornecimento de ração (2% biomassa total dos camarões).

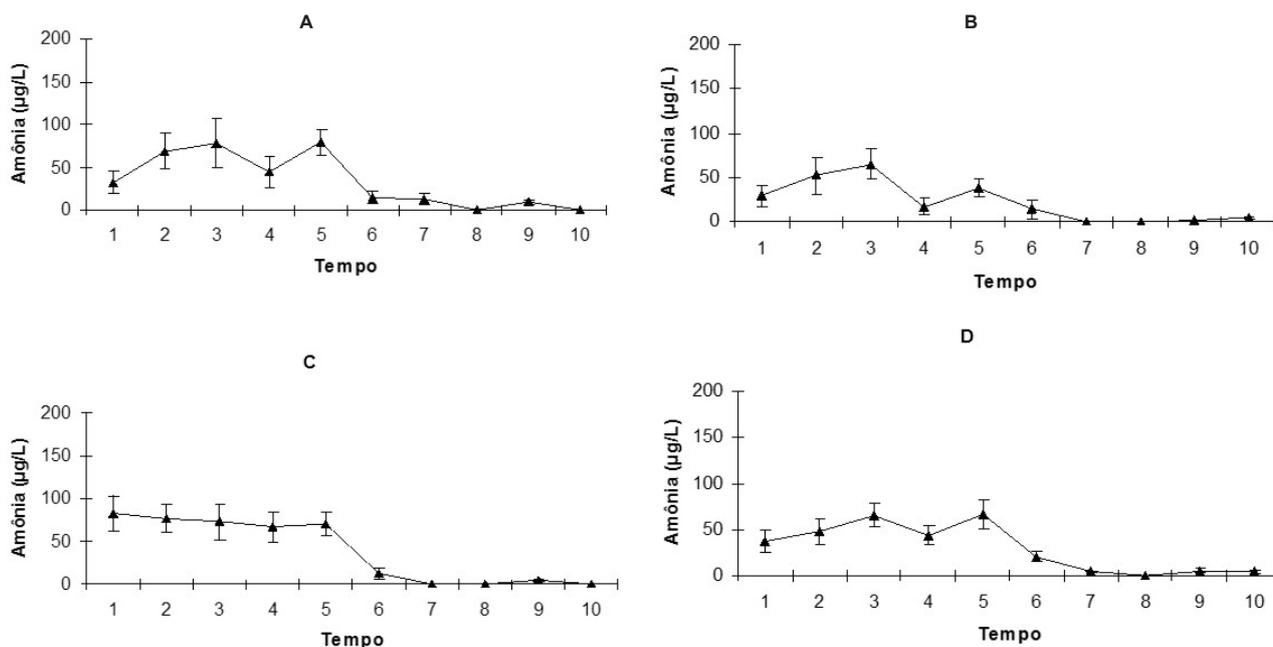


Figura 2. Teores de amônia na água dos tanques dos camarões alimentados com as respectivas rações A, B, C e D, ao longo das semanas

As rações contendo as proteínas de origem vegetal, não influenciaram na diminuição dos níveis de amônia na água, em relação à ração controle ($p < 0,05$), reforçando os estudos realizados por PÁEZ-OSUNA (1997, 1998, 1999), onde encontraram que 76% da origem do nitrogênio são provenientes dos alimentos artificiais e cerca de 37% de nitrogênio são perdidos para o ambiente de através dos efluentes. A estimativa é que para cada tonelada de camarão produzida, perdem-se para o ambiente 28,6 kg de nitrogênio e 4,6 kg de fósforo.

O nitrito é considerado um produto intermediário da amônia dentro do processo de nitrificação bacteriana da amônia ou da desnitrificação do nitrato (LIN e CHEN, 2003). NUNES, *et. al.*, (2005) recomenda níveis inferiores a 1 mg/L e para BOYD (2000), a concentração máxima de nitrito aceitável é de 0,3 mg/L, estando os resultados do experimento abaixo dos níveis aceitáveis.

Os valores de nitrito e nitrato deste experimento são apresentados nas Figuras 3 e 4 respectivamente. Para todas as rações testadas, após a 5ª semana houve um aumento dos níveis, com tendência a estabilizar após a 7ª semana quando o nível de fornecimento de ração foi menor em relação à biomassa. Entre a 7ª e a 10ª semanas, os valores permaneceram entre 97,0 µg/L e 118,0 µg/L, o que talvez tenha indicado melhor aproveitamento da ração pelos animais.

O acúmulo do nitrito na água pode deteriorar a

sua qualidade, reduzir o crescimento, aumentar o consumo de oxigênio e excreção da amônia, e até mesmo causar alta mortalidade dos camarões (LIN e CHEN, 2003).

Os valores encontrados no experimento de nitrato e amônia nem sempre estiveram na faixa de tolerância. KUBITZA (2003) relata que nem sempre todas as variáveis estão dentro dos limites adequados ao bem estar dos animais e ao suporte da produtividade desejada nos sistemas intensivos de produção.

Estudando o efeito de quatro frequências de alimentação (3, 4, 5 e 6 alimentações/dia), como o *P. monodon*, SMITH *et al.* (2001) encontraram que os níveis de amônia, nitrito/nitrato, fósforo total, oxigênio, pH, temperatura e salinidade, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Durante o experimento, ocorreram pequenas variações nos níveis de nitrato e apenas durante a 6ª semana de cultivo que os valores ultrapassaram os 98,52 µg/L de nitrato com o fornecimento da ração C (Figura 4), provavelmente ocasionado pela biomassa fornecida, bem superior as outras semanas, mas sempre abaixo dos níveis indicados para a carcinicultura. NUNES *et. al.*, (2005) recomenda níveis inferiores ou iguais a 60mg/L e BOYD (2000) relata que a concentração máxima aceitável de nitrato pode variar de 0,2 a 10 mg/L, estando portanto, os valores do experimento inferiores aos níveis recomendados.

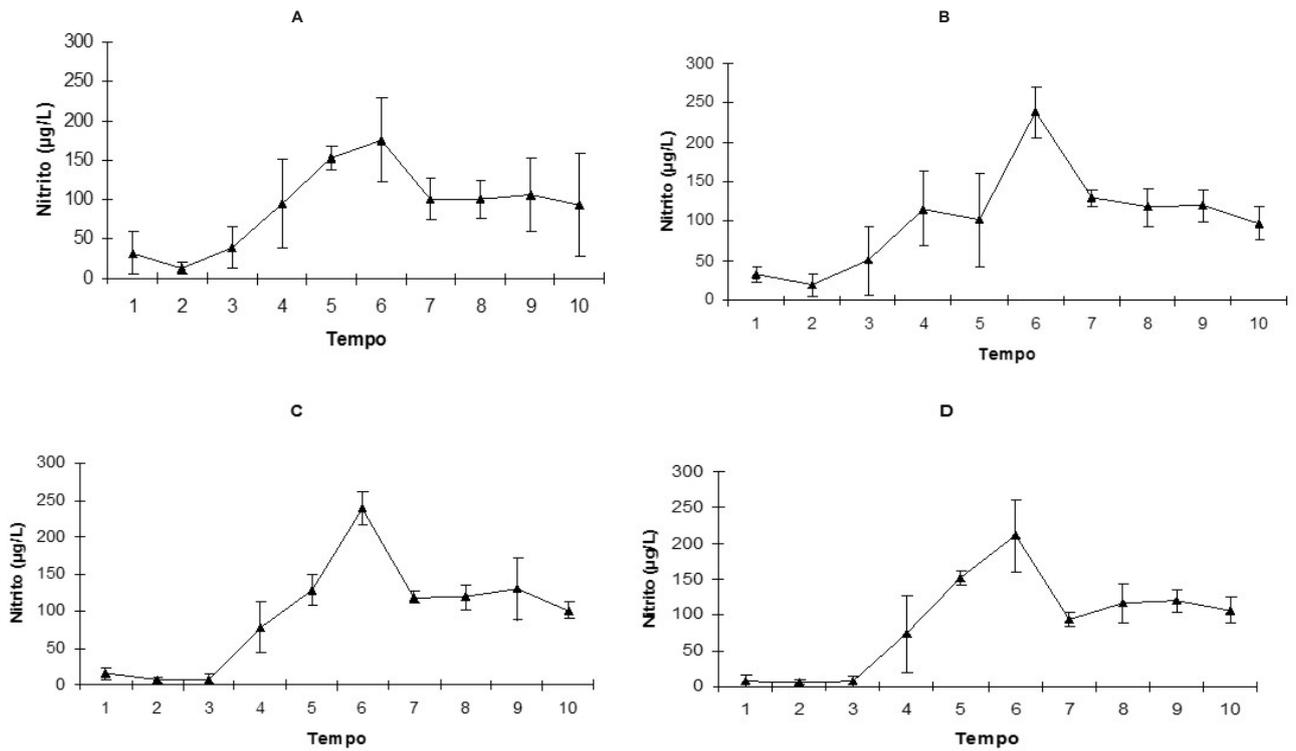


Figura 3. Teores de nitrito na água dos tanques dos camarões alimentados com as respectivas rações A, B, C e D, ao longo das semanas de cultivo

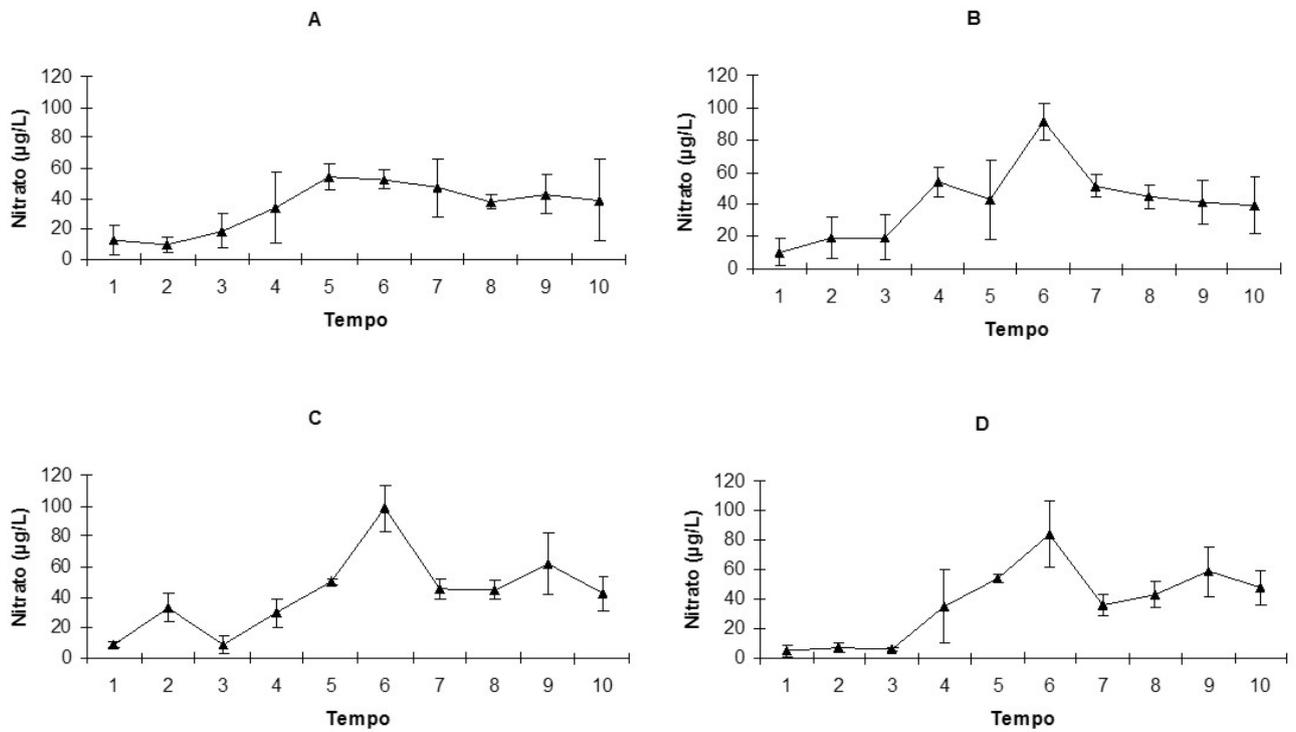


Figura 4. Teores de nitrato na água dos tanques dos camarões alimentados com as respectivas rações A, B, C e D, ao longo das semanas de cultivo

MUIR *et al.* (1991), demonstraram que as concentrações de 1,0 mg/L é letal para o protozoa *Penaeus monodon*, constituindo o mais baixo relato da toxicidade aguda do nitrato para organismos marinhos.

CAVALLI *et al.* (1996), encontraram uma tolerância alta para nitrato nos reprodutores de *P. paulensis*. O nível seguro calculado foi de 217.2 mg/L, um valor não habitual em sistema de maturação para camarão, até mesmo quando água é recirculada.

Pelo fato de não ser um composto muito importante em matéria de toxidez, poucos trabalhos tem sido realizados para medir os efeitos do nitrato. Porém este composto pode tornar-se potencialmente tóxico em sistemas de recirculação de água, em que altos níveis podem ser alcançados como resultado da nitrificação da amônia (VINATEA, 1996).

Os compostos nitrogenados nos tanques de cultivo podem ser diminuídos através de várias medidas básicas, como, evitar sobras de alimentos resultantes de uma alimentação superestimada, evitar altas densidades de estocagem, diminuindo assim o volume excretado e utilizar renovações periódicas de água. Diante disso, no presente experimento, as substituições dos diferentes níveis de proteína vegetal na ração para camarão não diminuíram a carga de nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato do cultivo, sendo necessário buscar outros meios para que os valores da qualidade de água permaneçam abaixo dos níveis recomendados para a carcinicultura.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), pela disponibilidade de suas instalações em Porto de Galinhas para execução do experimento e aos seus funcionários pelo apoio. À CAPES e ao CNPq, pela bolsa concedida aos alunos do Mestrado Waleska de Melo Costa e Luis Otavio Brito, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- A.P.H.A./A.A.W.A./W.E.F. 1995 *Standart methods for the examination of water and wastewater*. 19th ed, Washington, A.P.H.A.
- BOYD, C. E. 2000 *Manejo da Qualidade de Água na Aqüicultura e no cultivo do Camarão Marinho*. Tradução: Josemar Rodrigues. 157p.
- BOYD, C. E. 2001a Composição da água e manejo do viveiro de camarão. *Revista da ABCC*, Recife, 3(1): 17-19.
- BOYD, C. E. 2001b Parâmetros de qualidade da água: fósforo total. *Revista da ABCC*, Recife, v. 3, n. 3, p. 34-36.
- BOYD, C. E. 2002 Parâmetros da qualidade de água: oxigênio dissolvido. *Revista ABCC*, Recife, ano 4, n. 1, p. 66-69.
- CAVALLI, R. O.; WASIELESKY Jr., W.; FRANCO, C. S.; MIRANDA FILHO, K. 1996 Evaluation of the short-term toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to *Penaeus paulensis* (CRUSTACEA, DECAPODA) broodstock. *Arq. Biol. Tecnol.* 39 (3): 567-575, set.
- CHEN, J. C.; LIN, C. Y. 1992 Lethal effects of ammonia on *P. chinensis* Osbeck juveniles at different salinity levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 156:138-148.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de suínos e Aves- CNPSA. 1989 *Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves*. Concórdia. Não paginada.
- FAO/NACA/UNEP/WB/WWF. 2006 International Principles for Responsible Shrimp Farming. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). Bangkok, Thailand. 20 pp.
- JOHNSTON, D.; M LOUREY, M.; VAN TIEN, D.; LUU, T.T.; XUAN, T.T. 2002 Water quality and plankton densities in mixed shrimp-mangrove forestry farming systems in Vietnam. *Aquaculture*, Amsterdam, 33(10): 785-798.
- KUBITZA, F. 2003 *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. 1^a ed., Jundiaí: São Paulo, 229 p.
- LAWRENCE, A.; CASTILLE, F.; VELASCO, M.; BRAY, W. 2003 Programa de rações "favoráveis ao meio ambiente" ou "menos poluentes" para fazendas de camarão marinho. *Revista da ABCC*, Recife, ano 5, n. 2, jun.
- LIN, Y. C.; CHEN, J. C. 2003 Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, Amsterdam, 224:193-201.
- MUIR, P. R.; SUTTON, D. C.; OWENS, L. 1991 Nitrate toxicity to *Penaeus monodon* protozoa. *Mar. biol.*, 108: 67-71.
- National Research Council. 1993 **Nutritional Requirements of Fishes**, Washington, Academic Press., 114 p.

- NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; OLIVEIRA, G. G.; LIMA, R. C.; MIRANDA, P. T. C.; MADRID, R. M. 2005 Princípios para boas práticas de manejo na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará. Instituto de Ciências do Mar (Labomar/ UFC). Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará, 109 p.
- OSTRENSKY, A. 1991 Toxicidade da amônia e do nitrito no processo produtivo de pós-larvas do camarão-rosa, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Tese Mestrado, Univ. Fed. Paraná, Curitiba, PR, 105 pp.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN, S. R.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C.; ESPINOZA-ÂNGULO, R. 1997 Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in north-wester Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, v. 34, n. 5. p. 290-297.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN, S. R.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C. 1998 The environmental impact of shrimp aquaculture and the coastal pollution in México. *Marine Pollution Bulletin*, 26(1):65-75.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN, S. R.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C. 1999 Discharge of nutrientes from shrimp farming to coastal waters of the Gulf of Califórnia. *Marine Pollution Bulletin*, 38 7, p. 585-592.
- RACOTTA, I. S.; HERRERA, R. H. 2000 Metabolic responses of the White shrimp, *Penaeus vannamei*, to ambient ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology*. v. 125, p. 437-443.
- SCHMITT, A. S. C.; SANTOS, E. A. 1998 Ammonia-N efflux rate and nutritional state of juvenile pink shrimp, *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante), in relation to food type. *Aquaculture Research*, 29: 495-502.
- SMITH, D. M.; ALLAN, G. L.; WILLIAMS, K. C.; BARLOW, C. G. 2001 Fishmeal replacement research for shrimp feed in Australia. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 598.
- THURSTON, R. V.; RUSSO, R.; SMITH, C. E. 1978 Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat Trout fry. *Trans. Am. Fish. Soc.* Vol. 107, n. 2.
- VELASCO, M.; LAWRENCE, A. L.; CASTILLE, F. L. 1999 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, 179: 141-148.
- VINATEA, L. A. 1996 Princípios químicos da qualidade da água em aquíicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 166 p.
- VINATEA, L. A. 2002 Qualidade da água na carcinicultura. *Revista ABCC*, Recife, ano 4, n. 3.