

EFEITOS DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS E INORGÂNICOS NA ABUNDÂNCIA DE MACRO E MEIOBENTOS E NA QUALIDADE DA ÁGUA DO CULTIVO DO CAMARÃO *LITOPENAEUS VANNAMEI* (BOONE, 1931)

UGO LIMA SILVA; SUSMARA SILVA CAMPOS; EUDES DE SOUZA CORREIA
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aqüicultura.
Laboratório de Sistemas de Produção Aqüícola. Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n,
Dois Irmãos – CEP: 52171-900 – Recife – PE/ Brasil.
E-mail: ugolimas@gmail.com

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de fertilizantes orgânicos e inorgânicos na qualidade da água, na abundância de macro e meiobentos e no crescimento do camarão. Foram utilizados três regimes de fertilização: 1) Melaço (fertilizante orgânico); 2) Farelo de trigo (fertilizante orgânico); e 3) Controle (fertilizantes inorgânicos), com três repetições cada. Os tanques experimentais foram preparados com sedimento e água estuarinos, aeração individual e sem troca de água. Os camarões ($2,5 \pm 0,58$ g) foram alimentados com ração peletizada (35% proteína bruta) fornecida em bandejas de alimentação, durante 88 dias de cultivo. A temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido foram aferidos diariamente, a salinidade e transparência semanalmente, químicas e biológicas quinzenalmente e amostragens de bentos mensalmente. A comunidade macro e meiobentônica esteve constituída por nematódeos, copépodos, oligoquetas, poliquetas, rotíferos e foraminíferos. Constatou-se não haver diferença significativa ($P > 0,05$) nas densidades destes grupos ao longo do cultivo, entre os regimes de fertilização empregados. Ao comparar o crescimento e a produção do camarão cultivado, verificou-se não haver diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). Fertilizantes inorgânicos e orgânicos (farelo de trigo e melaço) demonstraram resultados satisfatórios tanto na manutenção da qualidade da água e disponibilidade zoobentônica, como no bom desenvolvimento dos camarões.

PALAVRAS-CHAVE: Aqüicultura, camarão, fertilização, zoobentos, qualidade de água.

ABSTRACT

Effects of organic and inorganic fertilizers on macro and meiobenthos abundance and water quality in the *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) shrimp culture.

The objective of this work was to evaluate the influence of organic and inorganic fertilizers on water quality, macro and meiobenthos abundance and shrimps growth. Were adopted three fertilizer regimes, with three replicates: 1) Molasses (organic fertilizer); 2) Wheat bran (organic fertilizer); and 3) Control (inorganic fertilizers). Experimental tanks were provided with both estuarine sediment and water, individual aeration and without water exchanges. Shrimps (2.5 ± 0.58 g) were fed with a 35 percent crude protein pelleted ration through feeding trays during 88 culture days. The water temperature, pH and dissolved oxygen were measured daily, the salinity and transparency were checked weekly, biological e chemistry variables were checked biweekly and benthos samples were monthly. Macro and meiobenthic community was constituted by Nematoda, Copepoda, Oligochaeta, Polichaeta, Rotifera e Foraminifera. There were not significant difference ($P > 0.05$) in macro and meiobenthic densities through culture among fertilizers regimes. When comparing the growth and the production of the shrimp culture, there were not significant difference ($P > 0.05$) among treatments. Both organics (wheat bran and molasses) and inorganics fertilizers showed reasonable results on maintaining the quality of water and zoobenthic availability as well as good shrimp growth.

KEY-WORDS: Aquaculture, shrimp, fertilization, zoobenthos, water quality.

INTRODUÇÃO

A adoção do camarão *L. vannamei*, originário do Pacífico Oriental, como espécie alvo da carcinicultura brasileira, no início dos anos 90, foi decorrente do seu alto grau de rusticidade, rentabilidade, crescimento, conversão alimentar e grande aceitação no mercado internacional que, aliados às condições edafo-climáticas das diversas macro-regiões do Brasil e, de forma especial na Região Nordeste, possibilitaram o desenvolvimento do setor (Andreatta & Beltrame 2004).

A espécie *L. vannamei* foi responsável pelo grande crescimento da carcinicultura brasileira em 2003, quando então foram produzidas 90.190 toneladas. Isto representou um incremento de 50%

em relação à produção de 2002. A produtividade média foi de 6.084 kg/ha/ano, considerada a maior entre todos os países produtores (FAO 2005). No entanto, em 2004 e 2005 a atividade confrontou-se com problemas de enfermidades que afetaram seu desempenho, alcançando valores de produção de 75.904 e 65.000 toneladas, respectivamente (Rocha 2005).

A indução do alimento natural pode otimizar a nutrição e alimentação de camarões marinhos a partir de estratégias de fertilização. Particular importância deve ser dada ao papel desempenhado pelos organismos componentes do alimento natural no balanço nutricional dos viveiros e à necessidade de redução do fornecimento de alimentos, através da fertilização do viveiro, da formulação e preparação

das rações e das técnicas de manejo da água (Tacon & De Silva 1997).

O incremento de alimento natural pode ser estimulado através do uso de fertilizantes inorgânicos e/ou orgânicos. Fertilizantes inorgânicos (Nitrogênio e Fósforo) promovem o incremento das algas e os fertilizantes orgânicos de origem vegetal (farelos de alfafa, trigo e algodão) suplementam as fontes de Carbono, beneficiando o crescimento de bactérias e organismos bentônicos e também estimulando o crescimento do fitoplâncton (Avault Jr 1996, Correia 1998).

O melaço é comumente utilizado como fertilizante orgânico no cultivo do camarão *L. vannamei*, possibilitando utilizar ração com menor nível protéico, e assim contribuir para a redução do custo de alimentação (Almeida 2005).

Junto com os nutrientes maiores (Nitrogênio e Fósforo), o Carbono orgânico aportado pelo melaço é requerido pelas bactérias e algas na constituição de membranas e organelas e como fonte de energia, principalmente no processo de fotossíntese (Talavera *et al.* 1998).

A comunidade bentônica é formada por animais (zoobentos) e vegetais (fitobentos) caracterizando-se por habitar o sedimento aquático ou a superfície deste (Esteves 1998). O zoobentos é constituído por anelídeos (oligoquetas e poliquetas), nematódeos, moluscos (bivalves e gastrópodes), ostracodas, entre outros. De acordo com seu tamanho o zoobentos está dividido em macrobentos, meiobentos e microbentos. Geralmente se entende por macrobentos os animais maiores que 1 mm e que são retidos em uma malha de 500 µm, por meiobentos e microbentos os que são retidos sobre uma malha de 0,050 a 0,062 µm (Montealegre 2000).

Segundo Tidwell *et al.* (1997), estes organismos bentônicos fazem parte da dieta dos camarões onívoros e são provavelmente os principais contribuintes para a sua nutrição em condições de cultivo.

A presença de alimento natural nos ambiente de cultivo reduz a demanda de alimento artificial e, como conseqüência, diminui a degradação da qualidade da água (Martinez-Cordova *et al.* 1998). A boa qualidade da água favorece o crescimento dos camarões, diminui a necessidade de trocas, além de

minimizar o impacto dos efluentes nos corpos d'água adjacentes.

A influência de regimes de fertilização sobre a disponibilidade de alimento natural vem sendo amplamente estudada em cultivo de camarões e peixes (Correia 1998, Hansen *et al.* 2003, Mischke & Zimba 2004, Campos 2005).

O conhecimento da composição do alimento natural no ambiente de cultivo e seu incremento, através de estratégias de fertilização, podem contribuir para um manejo alimentar mais adequado. Assim, o presente trabalho objetivou monitorar a qualidade da água e analisar as variações de abundância dos principais componentes do macro e meiobentos em níveis de grupos superiores em microcosmos de cultivo do camarão *L. vannamei* em função de fertilizantes orgânicos (melaço e farelo de trigo) e inorgânicos (uréia, monoamônio fosfato e metassilicato de sódio).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Estação de Aqüicultura Continental Prof.^o Johei Koike do Departamento de Pesca e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no período de 27 julho a 22 outubro de 2004, perfazendo um total de 88 dias.

Os experimentos foram realizados em 9 (nove) tanques circulares de fibra de vidro com capacidade de 500 L, com área de fundo de 0,80 m², com 0,45 m de coluna d'água e 0,05 m de sedimento, aerados individualmente e dispostos no interior de um galpão coberto com telhas transparentes. O sedimento para o fundo dos tanques e a água para abastecimento foram provenientes de viveiros de carcinicultura da Fazenda Miramar, localizada no município de Goiana - PE. Não foi efetuada troca de água, fazendo-se somente a reposição das perdas por evaporação para manutenção do nível com água doce, que foi proveniente da própria estação. A salinidade, inicialmente foi equiparada em 25‰ para todos os tanques.

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições: 1) MEL - Melaço (fertilizante orgânico – 40 mL/m²); 2)

TRG - Farelo de trigo (fertilizante orgânico - 25 g/m²);
3) COT - Fertilizante inorgânico (3 mg/L de uréia, 5 mg/L de monoamônio fosfato - MAP e 24 mg/L de metassilicato de sódio).

O farelo de trigo foi aplicado diretamente na água do tratamento TRG. Esse subproduto do trigo apresenta geralmente cerca de 16% de proteína bruta, 4,5% de extrato etéreo, 10% de fibra bruta e 0,91% de fósforo total (Campos 2005). O melaço foi aplicado diretamente na água do tratamento MEL. Esse subproduto da cana de açúcar apresenta geralmente cerca de 50% de Carbono, 0,9% de P₂O₅ e 0,7% de nitrogênio total (Almeida 2005). Os fertilizantes inorgânicos foram diluídos em água previamente às fertilizações.

O manejo de fertilização foi ajustado conforme a transparência da água, bem como com base nos níveis de Nitrogênio, Fósforo e Silício, que devem permanecer superiores a 0,7, 0,1 e 1,0 mg/L, respectivamente, conforme recomendações de Boyd (1989) e Boyd (1998). Previamente às fertilizações, foi empregado calcário dolomítico (250 g/m²) para a correção do pH e da alcalinidade (Campos 2005).

Durante o cultivo experimental foram analisadas 36 amostras de organismos macro e meiobentônicos oriundos de quatro coletas (27/jul, 22/ago, 22/set e 22/out de 2004) realizadas através de um coletor de PVC de 6 cm de diâmetro e área de 0,0028 m², o qual foi introduzido no sedimento 5 cm para retirada da amostra de cada tanque. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos previamente etiquetados, coradas com rosa de bengala e fixadas com formol a 10%.

Em laboratório, as amostras foram triadas em peneiras "Mesh Tyler" com malha de 0,50 e 0,062 mm, respectivamente. Os organismos retidos nas peneiras foram separados e acondicionados em potes com formol a 4%. As análises quali-quantitativas dos organismos foram realizadas em câmara de Bogorov com auxílio de microscópio estereoscópico ZEISS e embasadas em bibliografias especializadas de Barnes (1984) e Streble & Krauter (1987).

Para a determinação da abundância de cada grupo de organismos presentes, utilizou-se a expressão $\text{Org/m}^2 = \frac{D \cdot C'}{C''}$, em que: D = número de organismos contados na amostra coletada, C' = área

de referência (1 m²) e C'' = área do coletor (0,0028 m²).

As variáveis físico-químicas da água como temperatura e oxigênio dissolvido (oxímetro modelo 55 Yellow Springs Instrument) e pH (pHmetro modelo F-1002 Bernaeur Aquacultura) foram mensuradas diariamente pela manhã e à tarde. A salinidade e a transparência foram aferidas semanalmente utilizando-se refratômetro de salinidade Atago S-10E e disco de Secchi, respectivamente.

Amostras de água de cada tanque foram coletadas quinzenalmente para as análises de alcalinidade, nitrito, nitrato, amônia total, silicato, fosfato inorgânico e clorofila-a. As análises foram realizadas no Laboratório de Limnologia do Departamento de Pesca e Aqüicultura, tendo sido empregadas as seguintes metodologias: alcalinidade (CaCO₃) segundo Felföldy *et al.* (1987); nitrito (NO₂⁻) e silicato (SiO₃) conforme o método citado por Golterman *et al.* (1978); nitrato (NO₃⁻) segundo Mackerett *et al.* (1978); amônia total (NH₄⁺ + NH₃) segundo Koroleff (1976); fosfato inorgânico (PO₄⁻) segundo Apha (1995); e clorofila-a segundo Nusch (1988).

Os juvenis de *L. vannamei* foram adquiridos na Fazenda de Carcinicultura Miramar, Goiana - PE, com peso médio inicial de 2,5±0,58 g. Após a aclimação, os juvenis foram estocados aleatoriamente nos tanques experimentais numa densidade de 37,5 ind/m², totalizando 30 indivíduos por tanque.

A alimentação suplementar foi constituída de ração comercial peletizada, contendo 35% de proteína bruta, fornecida *ad libitum*, três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00h). A taxa de alimentação variou de 8 a 1,8% da biomassa, entre o início e final de cultivo sendo a quantidade de ração ajustada diariamente de acordo com o consumo. Para o acompanhamento do crescimento foram realizadas biometrias quinzenais com amostras equivalentes a 30% da população de cada parcela experimental. Em cada biometria foi medido o peso de cada indivíduo (usando balança modelo BG8000 GEHAKA com precisão 0,1 g).

Para avaliar o rendimento do cultivo dos camarões foram adotados os modelos matemáticos para as seguintes variáveis: Sobrevivência (%): $S = 100 \cdot (N^{\circ} \text{ final indivíduos} / N^{\circ} \text{ inicial indivíduos})$;

Ganho de peso (g): $GP = P_f - P_i$, onde P_f represente peso médio final e P_i o inicial; Taxa de crescimento específico (%/dia): $TCE = 100 \cdot (\ln P_f - \ln P_i) / \text{dias de cultivo}$; Biomassa final, expressa em g/m²; Conversão alimentar aparente: $CA = \text{total de alimento fornecido em peso seco} / \text{ganho de biomassa em peso úmido}$.

Analise Estatística

Os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade de Bartlett, ao nível de significância de 5%, foram efetuados para verificar a normalidade da amostra e a homogeneidade das variâncias. O teste de análise de variância - ANOVA 1 Critério foi executado para verificar se houve diferença entre os tratamentos, ao nível de significância de 5%. Previamente às análises, os

dados relativos a densidades e percentagens foram transformados para $\log(x + 1)$ e arco seno $x^{0.5}$, respectivamente. Quando necessário, a análise de variância foi complementada pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. As análises estatísticas estão de acordo com Vieira (1991).

RESULTADOS

Monitoramento da qualidade da água

Durante o período experimental, as variáveis físico-químicas da água temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), salinidade (‰) e transparência (cm), mantiveram-se dentro da faixa adequada ao cultivo dos camarões (Tabela 1).

TABELA 1 – Variáveis físico-químicas da água monitoradas durante o cultivo experimental do camarão *L. vannamei* submetido a diferentes regimes de fertilização (média ± desvio padrão; amplitude entre parênteses). MEL – Melaço; TRG – Farelo de trigo; COT – Controle.

Variáveis	Tratamentos		
	MEL	TRG	COT
Temperatura (°C)	27,37±1,70 (23,20 – 30,83)	27,63±1,76 (23,43 – 31,07)	28,19±1,83 (23,83 – 31,77)
pH	7,17±0,21 (6,60 – 7,67)	7,15±0,29 (6,37 – 7,90)	7,24±0,32 (6,57 – 7,83)
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,03±0,84 (3,73 – 9,17)	6,19±0,67 (4,70 – 8,10)	6,03±0,91 (4,40 – 8,70)
Salinidade (‰)	24,63±1,24 (22,67 – 27,34)	24,61±1,50 (21,67 – 27,00)	24,88±1,49 (22,00 – 27,67)
Transparência (cm)	37,45±9,51 (21,00 – 46,00)	29,14±12,79 (13,00 – 46,00)	31,71±7,89 (12,33 – 40,67)

As demais variáveis de qualidade da água, de registros quinzenais, como alcalinidade (CaCO₃), nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), amônia total (NH₄⁺ + NH₃), fosfato inorgânico (PO₄⁻), clorofila-a e silicato (SiO₂⁻) estão representadas nas Figuras 1 e 2. A alcalinidade e o fosfato inorgânico apresentaram diferença significativa (P<0,05) entre os tratamentos MEL, TRG

e COT. A alcalinidade até a segunda coleta não apresentou diferença significativa (P>0,05), sendo esta somente observada aos 45 dias de cultivo, enquanto que o fosfato inorgânico apresentou diferença significativa (P<0,05) nos dias 15, 45 e 60 (Figura 1).

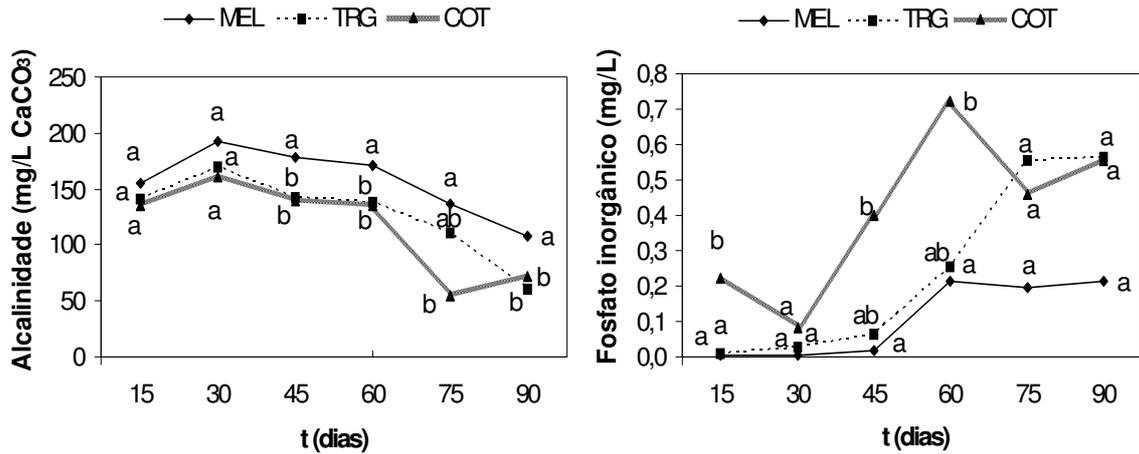


FIGURA 1 – Concentrações médias de alcalinidade (mg/L CaCO₃) e de fosfato inorgânico (mg/L) nos tratamentos experimentais durante o período de cultivo do camarão *L. vannamei*. MEL – Melaço; TRG – Farelo de trigo; COT – Controle (Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05) entre os três tratamentos, na mesma data).

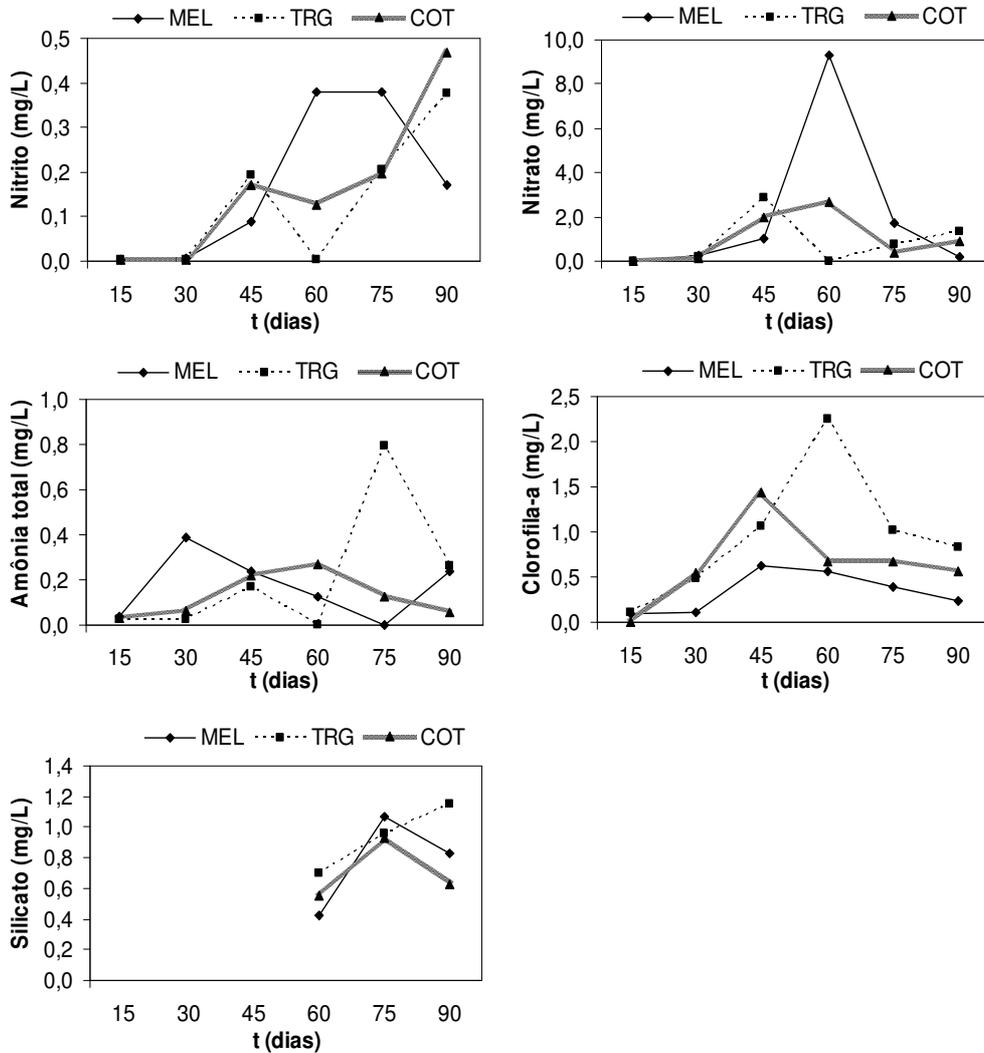


FIGURA 2 – Concentrações médias de nitrato, nitrito, amônia total, clorofila-a e silicato nos tratamentos experimentais durante o período de cultivo do camarão *L. vannamei*. MEL – Melaço; TRG – Farelo de trigo; COT – Controle.

Avaliação do crescimento do camarão *L. vannamei*

Os dados de crescimento e produção no final do cultivo estão sumarizados na Tabela 2. Ao comparar as variáveis peso final, ganho de peso, taxa

de crescimento específico (TCE), biomassa final, sobrevivência e conversão alimentar aparente (CA), verifica-se a igualdade estatística entre os tratamentos ($P > 0,05$).

TABELA 2 – Crescimento e produção do camarão *L. vannamei* durante 88 dias de cultivo em microcosmos sob diferentes estratégias de fertilização (média ± erro padrão). MEL – Melaço; TRG – Farelo de trigo; COT – Controle.

Variáveis	Tratamentos		
	MEL	TRG	COT
Peso final (g)	10,78±0,64 ^a	12,29±0,15 ^a	11,89±0,11 ^a
Ganho de peso (g)	8,28±0,64 ^a	9,79±0,15 ^a	9,39±0,11 ^a
TCE (%/dia)	1,66±0,07 ^a	1,81±0,02 ^a	1,77±0,00 ^a
Biomassa final (g/m ²)	405,91±24,99 ^a	445,38±10,93 ^a	431,16±10,08 ^a
Sobrevivência (%)	92,22±0,13 ^a	96,67±0,08 ^a	96,67±0,08 ^a
CA	1,96±0,17 ^a	1,85±0,07 ^a	1,76±0,05 ^a

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$); TCE = 100 (ln peso final - ln peso inicial)/duração do cultivo; CA = total de alimento fornecido em peso seco/ganho de biomassa em peso úmido.

A evolução do crescimento durante o período de cultivo nos três regimes de fertilização demonstra que os pesos médios finais alcançados pelos camarões foram de 10,78, 12,29 e 11,89 g para os tratamentos MEL, TRG e COT, respectivamente (Figura 3). As TCE calculadas, cujos valores variaram

de 1,66 a 1,81 %/dia, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). A sobrevivência dos camarões variou de 92,22 a 96,67%, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$).

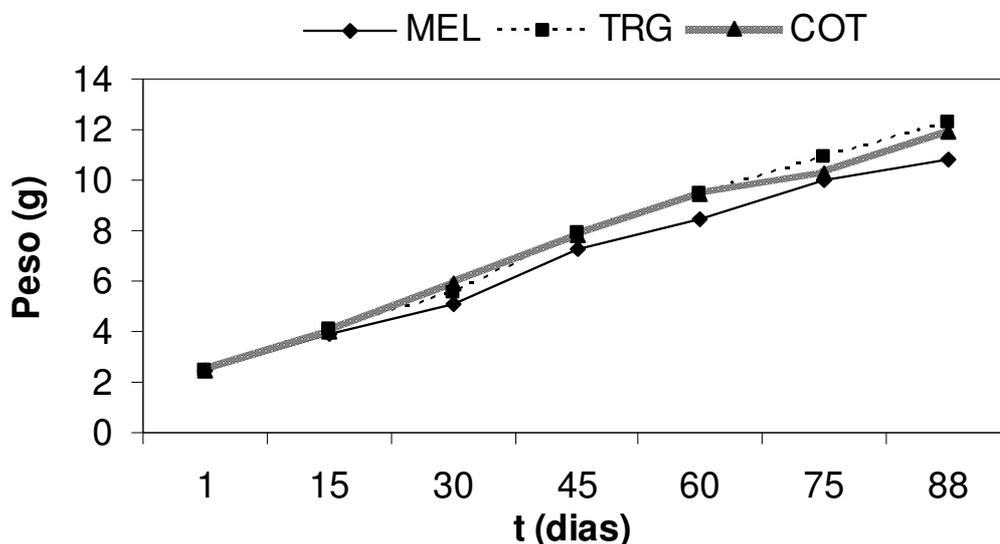


FIGURA 3 – Evolução do crescimento dos camarões *L. vannamei*, por tratamentos, durante 88 dias de cultivo. MEL – Melaço; TRG – Farelo de trigo; COT – Controle.

Variações de abundância de macro e meiobentos

A composição da fauna bentônica registrada no ambiente de cultivo foi basicamente constituída por anelídeos (poliquetas e oligoquetas), nematódeos,

copépodos, rotíferos e foraminíferos. Ao longo do experimento, houve uma variação na ocorrência dos organismos como, poliquetas (37,5%), nematódeos (25,0%), rotíferos (25,0%) e foraminíferos (12,5%) em

julho; copépodos (33,4%), nematódeos (25,0%), poliquetas (16,7%), oligoquetas (16,6%) e rotíferos (8,3%) em agosto; nematódeos (45,4%), rotíferos (27,3%), copépodos (18,2%) e oligoquetas (9,1%) em setembro; nematódeos (50,0%), foraminíferos

(20,0%), oligoquetas (10,0%), copépodos (10,0%) e rotíferos (10,0%) em outubro. As proporções dos grupos mais representativos de cada mês estão demonstradas na Figura 4.

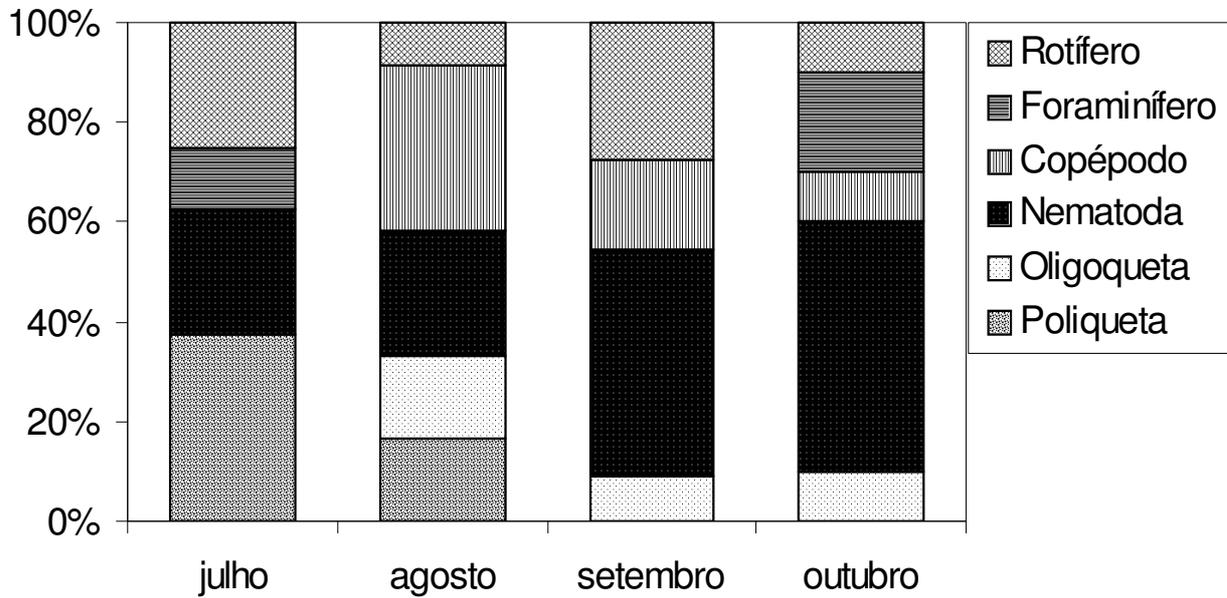


FIGURA 4 – Abundância relativa média dos grupos de macro e meiobentos nas amostragens durante o período de cultivo do camarão *L. vannamei*.

Os grupos superiores e as respectivas densidades dos organismos por tratamento durante o período de cultivo estão sumarizados na Tabela 3. Constatou-se não haver diferença significativa ($P > 0,05$) entre os valores médios de abundância dos

grupos bentônicos submetidos a diferentes regimes de fertilização. A presença de oligoquetas apenas foi registrada no tratamento MEL. Observou-se a maior predominância de copépodos e poliquetas nos primeiros meses.

Tabela 3 – Valores de abundância (org./m^2) dos grupos de macro e meiobentos por tratamento ao longo do cultivo experimental do camarão *L. vannamei* (média \pm erro padrão). MEL – Melaço; TRG – Farelo de trigo; COT – Controle.

Grupos	Tratamentos											
	MEL				TRG				COT			
	Jul	Ago	Set	Out	Jul	Ago	Set	Out	Jul	Ago	Set	Out
Poliqueta	119 \pm 206 ^a	-	-	-	119 \pm 206 ^a	119 \pm 206 ^a	-	-	119 \pm 206 ^a	119 \pm 206 ^a	-	-
Oligoqueta	-	238 \pm 412 ^a	119 \pm 206 ^a	119 \pm 206 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
Nematódeo	119 \pm 206 ^a	238 \pm 206 ^a	357 \pm 618 ^a	595 \pm 1030 ^a	119 \pm 206 ^a	-	238 \pm 412 ^a	-	-	119 \pm 206 ^a	-	-
Copépodo	-	357 \pm 357 ^a	238 \pm 412 ^a	119 \pm 206 ^a	-	-	-	-	-	119 \pm 206 ^a	-	-
Rotífero	119 \pm 206 ^a	119 \pm 206 ^a	357 \pm 357 ^a	119 \pm 206 ^a	-	-	-	-	119 \pm 206 ^a	-	-	-
Foraminífero	-	-	-	238 \pm 412 ^a	-	-	-	-	119 \pm 206 ^a	-	-	-
Total	357 \pm 618	952 \pm 898	1071 \pm 1071	1190 \pm 1966	238 \pm 206	119 \pm 206	238 \pm 412	-	357 \pm 357	357 \pm 0	-	-

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

DISCUSSÃO

Qualidade da água

Pillay (1990) relata que a faixa de temperatura ideal para o cultivo da espécie *L. vannamei* está entre 22 a 32°C e que temperaturas superiores a 32°C e inferiores a 22°C podem afetar negativamente o desempenho desta espécie. Durante o experimento, os valores médios variaram dentro da faixa de conforto adequada para a espécie.

Por se tratar de uma espécie eurihalina, o camarão *L. vannamei* suporta uma ampla variação de salinidade (0 a 50‰), com faixa ideal para o cultivo entre 15 e 25‰ (Arana 2004, Li *et al.* 2007), concordando com as médias registradas no presente trabalho.

O pH afeta a qualidade da água e a biota aquática, estando relacionado com a disponibilidade de alguns nutrientes, alteração da alcalinidade e com a toxicidade da amônia, aumentando sua toxidez com valores de pH acima de 9 (Avault Jr 1996). Em águas estuarinas, normalmente a oscilação do pH varia de 6 a 9, limites considerados adequados para cultivo de camarão (Chien 1992, Avault Jr 1996, Boyd 1998, Kubitza 2003), conforme registrado neste experimento.

Normalmente em águas estuarinas as concentrações de alcalinidade estão entre 150 e 250 mg CaCO₃/L (Kubitza 2003), podendo ser encontrados valores de 10 a 400 mg CaCO₃/L (Arana 2004). Para camarões marinhos a alcalinidade deve situar-se entre 75 e 150 mg CaCO₃/L (Boyd 1998), e entre 100 e 140 mg CaCO₃/L no caso específico do *L. vannamei* (Clifford 1992). Houve uma tendência de decréscimo nos valores de alcalinidade ao longo do experimento, em todos os tratamentos, com grande variação entre os meses. No final do experimento foram registrados valores inferiores ao recomendado para a espécie, porém dentro dos limites recomendados para camarões marinhos.

As concentrações médias de oxigênio dissolvido mantiveram-se em níveis acima 4,0 mg/L que, segundo Chien (1992), são considerados adequados para o cultivo de camarão.

Boyd (1998) afirma que o nível de transparência que indica uma melhor correlação entre o disco de Secchi e a abundância fitoplanctônica deve

estar entre 30 e 45 cm, demonstrando que a transparência média durante o experimento foi satisfatória para o cultivo.

O fosfato inorgânico registrou valores médios dentro dos parâmetros indicados pelo Programa de Aqüicultura Responsável do GAA (Global Aquaculture Alliance) que sugere índices máximos de 0,50 mg/L, tendo como meta reduzir ao nível de 0,30 mg/L (Boyd 1998).

Boyd (1998) relata que a concentração média padrão de nitrato varia de 0 a 10 mg/L. No presente estudo obteve-se uma média geral variando de 0,82 a 2,08 mg/L de NO₃⁻ e valores mínimos e máximos de 0 e 9,43 mg/L, respectivamente, encontrando-se dentro da média indicada pelo autor.

Os teores médios de amônia total variaram de 0,13 a 0,21 mg/L entre os tratamentos, enquanto que nitrito variou de 0,13 a 0,17 mg/L. Barbieri Jr & Ostrensky Neto (2002) recomendam concentrações de nitrito abaixo de 0,5 mg/L e amônia total (NH₄⁺ + NH₃) entre 0,1 e 1,0 mg/L.

No meio aquático, a sílica é um composto de fundamental importância, pois é utilizada pelas diatomáceas na elaboração de sua carapaça (Esteves 1998). Segundo Boyd (1989), a concentração ideal de silicato na água deve ser superior a 3,0 mg/L. As análises deste nutriente foram disponibilizadas a partir da metade do experimento, observando-se uma baixa concentração, apresentando média geral variando de 0,70 a 0,94 mg/L, não se encontrando dentro dos padrões sugeridos.

A concentração de clorofila-a é um indicador de abundância fitoplanctônica, aumentando à medida que aumenta o fitoplâncton (Boyd 1998). A concentração de clorofila-a média entre os tratamentos variou de 0,34 a 0,96 mg/L. De acordo com Boyd (1998), os viveiros produtivos freqüentemente apresentam concentrações de clorofila-a de 0,05 a 0,20 mg/L. Em todos os tratamentos as concentrações de clorofila-a foram mais elevadas do que o recomendado por Boyd (1998), contudo não houve comprometimento dos níveis de oxigênio dissolvido, provavelmente em razão da aeração constante.

Crescimento do camarão *L. vannamei*

O crescimento dos camarões foi contínuo durante todo o experimento com valores variando de 0,66 a 0,78 g/semana entre os tratamentos. Ferreira *et al.* (2003), ao avaliarem o crescimento de camarões *L. vannamei* com diferentes estratégias de fertilizações, encontraram valores de 0,72 g/semana para viveiros no Nordeste brasileiro, estocados com 38 camarões/m², cultivados por 98 dias, portanto semelhantes aos valores encontrados nesse trabalho.

Sobrevivências aceitáveis apresentadas nesse trabalho estão de acordo com os registros de Martinez-Cordova *et al.* (2003), que encontraram valores de 94% de sobrevivência para um cultivo de 112 dias, utilizando ração contendo 40% de proteína bruta.

No presente trabalho a conversão alimentar final ficou em torno de 1,8. Martinez-Cordova *et al.* (1998), avaliando diferentes estratégias de alimentação do camarão *L. vannamei* registraram conversão alimentar variando de 2,39 a 1,59. Segundo Barbieri Jr & Ostrensky Neto (2002), valores entre 0,9 e 1,5 são considerados satisfatórios, podendo variar em função da densidade de estocagem.

A biomassa final encontrada no experimento não apresentou diferença significativa entre as estratégias de fertilização ($P > 0,05$), com valores variando de 404,24 a 445,38 g/m². Martinez-Cordova *et al.* (2003), obtiveram valores de biomassa final que variaram de 219,17 a 261,50 g/m², num período de cultivo de 112 dias, com densidade de estocagem de 16,6 cam/m², sem utilizar aeração. McIntosh *et al.* (2001) utilizando densidade de estocagem de 40 camarões/m², com aeração obtiveram valores médios de 441 e 540 g/m² num período de 94 dias de cultivo.

Variações de abundância de macro e meiobentos

Provavelmente, a predominância de poliquetas e copépodos apenas nos primeiros meses foi devido ao aumento da predação dos camarões sobre esses organismos no decorrer do cultivo. Estima-se que o alimento natural contribua com 50 a 77% na nutrição dos camarões em sistema semi-intensivo, onde os organismos zooplancônicos e bentônicos são efetivamente consumidos (Martinez-Cordova *et al.* 1998).

Em cultivo de *Farfantepenaeus paulensis*, no Sul do Brasil, Soares *et al.* (2004), relataram que, depois de 21 dias de cultivo, a abundância bentônica nos cercados diminuiu cerca de 86% e as espécies bentônicas mostraram diferentes respostas no cultivo do camarão, sendo notado o impacto (predação) dos camarões sobre esses organismos.

Avaliando a composição zoobentônica em cultivo experimental do *Farfantepenaeus subtilis* submetido a fertilizações orgânicas e inorgânicas Santana (2006), registrou um ambiente de cultivo constituído de copépodos, ostrácodos, poliquetas, oligoquetas, nematodéus, turbelarias e outros (insetos, ciliados, rotíferos e foraminíferos) com predominância dos nematodéus e copépodos, assim como registrado no presente trabalho.

Quanto à indução pelos fertilizantes, verificou-se uma maior quantidade e diversidade de organismos no tratamento utilizando o melaço (MEL). Exceto poliquetas, os demais grupos analisados mantiveram-se presentes ao longo do cultivo. Isto pode estar relacionado à preferência alimentar dos camarões. Outros estudos demonstraram que organismos bentônicos comestíveis diminuem com o período de cultivo provavelmente devido ao deterioramento ambiental ou pela pressão intensiva da predação dos camarões (Shishehchian & Yusoff 1999, Soares *et al.* 2004).

Segundo Martinez-Cordova *et al.* (2002), copépodos, larvas e adultos de poliquetas, ostrácodos, rotíferos e outros crustáceos são considerados importantes fontes de alimentos para os camarões e, em seu trabalho os autores observaram predominância de rotíferos e copépodos, principalmente nos viveiros fertilizados.

Nos tratamentos com farelo de trigo e fertilizantes inorgânicos houve presença de organismos bentônicos em julho e agosto. Isto sugere que houve consumo destes organismos pelos camarões, e que esta predação se torna mais efetiva na fase adulta (Martinez-Cordova *et al.* 1998, Nunes & Parsons 2000).

A presença de camarões está relacionada com 38% do decréscimo total da população de macro-invertebrados, e a fertilização e alimentação estariam associadas com um similar incremento na densidade destes organismos (Tidwell *et al.* 1997).

Assim como observado neste trabalho, ao avaliar densidades de poliquetas em viveiros de cultivo de camarão *L. vannamei*, Ferreira (2004), verificou que a população de poliquetas foi decrescente, com uma média de 3392, 1667 e 473 organismos/m² em viveiros, nos primeiros 15, 30 e 45 dias de cultivo.

CONCLUSÕES

Assim como os fertilizantes inorgânicos, os orgânicos (farelo de trigo e melaço) demonstraram resultados satisfatórios tanto na manutenção da qualidade da água sem renovação, como no bom desempenho dos camarões.

A preferência alimentar de *Litopenaeus vannamei* por poliquetas refletiu-se na ausência dos mesmos ao longo do cultivo.

Os três programas de fertilização empregados, aliado ao suplemento alimentar são de grande importância no cultivo semi-intensivo do camarão *Litopenaeus vannamei*. Mesmo assim, fica a sugestão de realizar a validação tecnológica em viveiros comerciais, a fim de verificar analogias com estes resultados, bem como verificar os custos e disponibilidade de cada estratégia de fertilização.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Um agradecimento especial a Dra. Roberta Borda Soares pela revisão e sugestões do referente artigo.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, M. E. F. 2005. Crescimento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em função da utilização de melaço e de rações com diferentes níveis protéicos. Tese de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 55p.

ANDREATTA, E. R & E. BELTRAME. 2004. Cultivo de camarões marinhos. In: POLI, C. R., A. T. B. POLI, E. ANDREATTA, E.

BELTRAME. Aqüicultura – Experiências Brasileiras. Florianópolis: Multitarefa. Cap. 8: 199-220.

APHA/AAWWA/WEF. 1995. Standart methods for the examination of water and wastewater. Washington, APHA.

ARANA, L. V. 2004. Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis, Editora da UFSC. 231p.

AVAULT JR, J. W. 1996. Fundamentals of aquaculture: a step-by-step guide to commercial aquaculture. Baton Rouge, AVA Publishing Company Inc. 889p.

BARBIERI JR, R. C. & OSTRENSKY NETO, A. 2002. Camarões marinhos: engorda. Viçosa, Aprenda Fácil. 370p.

BARNES, R. D. 1984. Zoologia dos invertebrados. Pennsylvania, Saunders College. 1179p.

BOYD, C. E. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. (Fisheries and Allied Aquaculture Department Series n: 2). Auburn, Auburn University. 83p.

BOYD, C. E. 1998. Manejo da qualidade da água na aqüicultura e no cultivo do camarão marinho. Tradução Josemar Rodrigues. Recife, ABCC. 157p.

CAMPOS, S. S. 2005. Influência do farelo de trigo na disponibilidade do alimento natural e no crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Tese de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 99p.

CHIEN, Y. H. 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. In: WYBAN, J. (Ed.). Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. pp. 144-156. World Aquaculture Society, Baton Rouge, L.A.

CLIFFORD, H. C. 1992. Marine shrimp farming: A review. In: WYBAN, J. (Ed.) Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. pp. 110-137. World Aquaculture Society, Baton Rouge, L. A.

CORREIA, E. S. 1998. Influência da alimentação natural no cultivo semi-intensivo do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Tese de Doutorado em Ecologia e Ciências Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 136p.

ESTEVES, F. A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, Ed. Interciência Ltda. 602p.

FAO. 2005. Aquacult – PC: Fishery information, data and statistics (FIDI), time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities). Programa computacional.

FELFÖLDY, L., E. SZABO & L. TOTHL. 1987. A biologiai vizminősites. Budapest, Vizügyi Hidrobiológia Vizdok. 258p.

FERREIRA, D. A. 2004. Avaliação do macrozoobentos em viveiros de cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Monografia de Conclusão de Curso de Engenharia de Pesca, Unversidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 32p.

FERREIRA, D. A., R. F. SILVA JR, A. L. LEAL, M. A. F. ALMEIDA & E. S. CORREIA. 2003. Crescimento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em viveiros submetidos a diferentes regimes de fertilização. In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Porto Seguro: BA. 317-322.

GOLTERMAN, H. J., R. S. CLYMO & M. A. M. OHNSTAD. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. London, Blackwell Sci. Pub. 214p.

HANSEN, C. F. K., K. D. HOPKINS & H. GUTTMAN. 2003. A

- comparative analysis of the fixed-input, computer modeling and algal bioassay approaches for identifying pond fertilization requirements for semi-intensive aquaculture. *Aquaculture*. 228: 189-214.
- LI, E., L. CHEN, C. ZENG, X. CHEN, N. YU, Q. LAI, J.G. QIN. 2007. Growth, body composition, respiration and ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. *Aquaculture*. 265: 385-390.
- KOROLEFF, F. 1976. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K (Ed.). Methods of seawater analysis. pp. 117-187. Verlag Chemie Weinheim.
- KUBITZA, F. 2003. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiá, F. Kubitz. 229p.
- MACKERETH, F. J. H., J. HERON & J. F. TALLING. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. London, Scient. Public. 121p.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. R., A. CAMPAÑA-TORRES & M. A. PORCHAS-CORNEJO. 2003. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosmos. *Aquaculture Nutrition*. 9: 155-160.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. R., A. CAMPAÑA-TORRES & M. A. PORCHAS-CORNEJO. 2002. Promotion and contribution of biota in low water exchange ponds farming blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). *Aquaculture Research*. 33: 27-32.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. R., M. A. PORCHAS-CORNEJO, H. VILLARREAL-COLEMNAIRES, J. A. CALDERON-PEREZ, J. NARANJO-PARAMO. 1998. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931 in low water exchange ponds. *Aquacultural Engineering*. 17: 21-28.
- McINTOSH, D., T. M. SAMOCHA, E. R. JONES, A. L. LAWRENCE, S. HOROWITZ, A. HOROWITZ. 2001. Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* limited water discharge. *Aquacultural Engineering*. 25: 69-82.
- MISCHKE, C. C. & P. V. ZIMBA. 2004. Plankton community responses in earthen channel catfish nursery ponds under various fertilization regimes. *Aquaculture*. 233: 219-235.
- MONTEALEGRE, J. C. 2000. Manual técnico para camaroneiras. Guayaquil. 45p.
- NUNES, A. J. P. & G. J. PARSONS. 2000. Effects of the Southern brown shrimp, *Penaeus subtilis*, predation and artificial feeding on the population dynamics of benthic polychaetes in tropical pond enclosures. *Aquaculture*. 183: 125-147.
- NUSCH, E. A. 1988. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 14: 14-36.
- PILLAY, T. V. R. 1990. Aquaculture – Principles and practices. Oxford, Fishing News Books. 575p.
- ROCHA, I. P. 2005. Impactos sócio-econômicos e ambientais da carcinicultura brasileira: mitos e verdades. *Revista da ABCC*. 7(4): 37-42.
- SANTANA, W. M. 2006. Utilização de fertilizantes orgânicos para indução de alimento natural no cultivo do camarão nativo *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967). Tese de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 41p.
- SHISHEHCHIAN, F. & F. M. YUSOFF. 1999. Composition and abundance of macrobenthos in intensive tropical marine shrimp culture ponds. *J. World Aquac. Soc.* 30: 128-133.
- SOARES, R., S. PEIXOTO, W. BEMVENUTI, W. WASIELESKY, F. D'INCAO, N. MURCIA & S. SUITA. 2004. Composition and abundance of invertebrate benthic fauna in *Farfantepenaeus paulensis* culture pens (Patos Lagoon estuary, Southern Brazil). *Aquaculture*. 239: 199-215.
- STREBLE, H. & D. KRAUTER. 1987. Atlas de los microorganismos de água dulce. Barcelona, Ediciones Omega. 357p.
- TACON, A. G. J. & S. S. DE SILVA. 1997. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics. *Aquaculture*. 151: 379-404.
- TALAVERA, V., D. SÁNCHEZ & L. M. Z. VARGAS. 1998. Utilización de melaza em estanques de cultivo de camarón. *Boletín Nicovita*, v.3 n.3.
- TIDWELL, J. H., S. D. COYLE, C. D. WEBSTER, J. D. SEDLACEK, P. A. WESTON, W. L. KNIGHT, S. J. HILL JR, L. R. D'ABRAMO, W. H. DANIELS & M. J. FULLER. 1997. Relative prawn production and benthic macroinvertebrate densities in unfed, organically fertilized, and fed pond systems. *Aquaculture*. 149: 227-242.
- VIEIRA, S. 1991. Introdução à bioestatística. Rio de Janeiro, Campos. 203p.

Entrada: 15/05/2007

Aceite: 04/09/2007

UGO LIMA SILVA; SUSMARA SILVA CAMPOS; EUDES DE SOUZA CORREIA