

EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NOS PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS DA CRIAÇÃO DE CAMARÕES *Litopenaeus schmitti*

Jaime Elmer Quesada MÁRQUEZ¹; Edemar Roberto ANDREATTA²; Luis VINATEA³; Alfredo OLIVERA⁴; Luis Otavio BRITO⁵

RESUMO

Pós-larvas de *Litopenaeus schmitti* ($0,081 \pm 0,01$ g) foram cultivadas nas instalações do Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LCM - UFSC). O objetivo foi avaliar o efeito nos parâmetros zootécnicos de três densidades de estocagem (8, 20 e 50 camarões m⁻²). Os camarões foram alimentados quatro vezes ao dia, a uma taxa que variou de 50% até 3% da biomassa. A renovação da água oscilou na faixa de 5-50% diariamente. Para análise estatística foram utilizados ANOVA e o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os resultados demonstraram que a produtividade apresentou diferenças significativas, sendo de 463,2; 918,5 e 2.340 kg ha⁻¹ ciclo para os tratamentos de 8, 20 e 50 camarões m⁻², respectivamente. A sobrevivência foi superior a 90% nos tratamentos com 20 e 50 camarões m⁻². O maior peso final foi verificado na densidade de 8 camarões m⁻² (8,20 g), enquanto nas densidades de 20 e 50 camarões m⁻², os pesos finais foram de 4,95 e 5,38 g, respectivamente. O maior crescimento semanal (g) foi obtido no tratamento com 8 camarões m⁻² (0,55 g). O fator de conversão alimentar (FCA) não apresentou diferenças significativas, variando entre 3,58 a 4,43. Variáveis de qualidade da água (oxigênio dissolvido, pH, salinidade, amônia, transparência e sólidos suspensos totais) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e estiveram nas faixas aceitáveis para o cultivo de camarões marinhos. Os resultados de produção indicam efeito da densidade de estocagem no peso final (negativo), crescimento semanal (negativo) e na produtividade (positivo).

Palavras chaves: Camarão branco; crescimento; sobrevivência

EFFECT OF STOCKING DENSITY ON ZOOTECHNICAL PARAMETERS OF SHRIMP *Litopenaeus schmitti* CULTURE

ABSTRACT

Litopenaeus schmitti post larvae (0.081 ± 0.01 g) were cultured at the Marine Shrimp Laboratory of Federal University of Santa Catarina (LCM - UFSC). The present study aimed to evaluate the effects of three stocking densities (8, 20 and 50 shrimp m⁻²) on zootechnical parameters. Shrimps were fed 4 times a day with a feeding rate that varied from 3 to 50% of biomass; water exchange varied from 5 to 50%. The data were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey test to determine differences among treatments ($P \leq 0.05$). The results showed significant differences in productivity: 463.2, 918.5 and 2,340 kg ha⁻¹ cycle representing the treatments 8, 20 and 50 shrimp m⁻², respectively. Survival was over 90% for 20 and 50 shrimp m⁻². Greatest final weight was obtained in the density of 8 shrimp m⁻² (8.20 g) while in 20 and 50 shrimp m⁻² densities the final weight were 4.95 and 5.38 g, respectively. The best weekly growth rate was obtained 8 shrimp m⁻² (0.55 g). Feed conversion rate (FCR) not showed significant differences, range from 3.58 and 4.43. Water quality variables (dissolved oxygen, pH, salinity, transparency, ammonium, nitrite, nitrate and total suspended solids) not demonstrated significantly differences between treatments, being acceptable ranges for shrimp culture. These results indicate effect of stocking density on final weight (negative), weekly growth rate (negative) and productivity (positive).

Key words: White shrimp; growth; survival.

Artigo Científico: Recebido em 23/09/2011 – Aprovado em 18/06/2012

¹ Cristal Aquicultura LTDA. Rua da República, 2.492 – Bairro Açude Novo – CEP: 62.580-000 – Acaraú – CE – Brasil. e-mail: jaimq2@yahoo.com.br (autor correspondente)

² Laboratório de Camarões Marinhos, Departamento de Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina. Beco dos Coroas, (fundos) – Barra da Lagoa – CEP: 88.062-601 – Florianópolis – SC – Brasil. e-mail: andreatta@mbox1.ufsc.br

³ Bolsista de Produtividade CNPq. Laboratório de Camarões Marinhos, Departamento de Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina – Beco dos Coroas, (fundos) – Barra da Lagoa – CEP: 88.062-601 – Florianópolis – SC – Brasil. e-mail: vinatea@mbox1.ufsc.br

⁴ Bolsista de Produtividade CNPq. Laboratório de Maricultura Sustentável, Departamento de Pesca e Aquicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco – Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos – CEP: 52.171-900 – Recife – PE – Brasil. e-mail: alfredo_oliv@yahoo.com

⁵ Doutorando em Recursos Pesqueiros e Aquicultura - UFRPE. Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, Departamento de Extensão Rural e Assistência Técnica. Av. General San Martin, 1.371 – Bongí – CEP: 50.761-000 – Recife – PE – Brasil. e-mail: luis.otavio@ipa.br

INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado, no ano de 2009, foi de 145,1 milhões de toneladas, sendo que 90 milhões de toneladas foram provenientes da captura de pescado e 55,1 milhões de toneladas, da aquicultura. O cultivo de crustáceos foi a atividade aquícola que mais cresceu no período entre 2000 e 2008, com uma taxa de crescimento anual superior a 15%. Em relação à quantidade de pescado produzido no ano de 2008, o cultivo de crustáceos representou 9,5% (5 milhões de toneladas), correspondendo a 22,7 bilhões de dólares (FAO, 2010).

Considerando as atividades agropecuárias brasileiras, o crescimento da aquicultura (43,8%) entre os anos de 2000 e 2009 foi o mais expressivo comparado à suinocultura (12,9%), avicultura (9,2%) e bovinocultura (-8,2%). A produção brasileira proveniente da aquicultura no ano de 2010 foi de 415.649 toneladas (MPA, 2012). A carcinicultura brasileira produziu 65.188 toneladas no ano de 2010, numa área de 18.000 ha, sendo o camarão *Litopenaeus vannamei* a principal espécie produzida (NUNES *et al.*, 2011; MPA, 2012).

A espécie *Litopenaeus schmitti*, conhecida como camarão branco, se distribui desde Cuba até o litoral do Rio Grande do Sul (COSTA *et al.*, 2003) e possui grande importância comercial no Brasil (BARBIEIRI, 2010). Outras espécies de peneídeos, tais como *Farfantepenaeus paulensis* (LOPES *et al.*, 2009) e *Farfantepenaeus subtilis* (SOUZA *et al.*, 2009), também possuem potencial para cultivo em cativeiro, porém, a tecnologia ainda está em desenvolvimento, sendo necessários mais estudos sobre o manejo destas espécies.

A densidade de estocagem tem importante papel no manejo em fazendas de criação de camarão marinho (SANCHEZ-ZAZUETA *et al.*, 2011). O aumento da densidade é utilizado como um meio de se incrementar a produção, tendo como efeito positivo maiores índices de produtividade (SOOKYING *et al.*, 2011). Porém, esta prática reduz a capacidade de competição dos indivíduos por alimento natural (MARINHO Jr e FONTELES-FILHO, 2010), podendo acarretar em efeito negativo no peso final (BALAKRISHNAN *et al.*, 2011), custo de produção (SANCHEZ-ZAZUETA *et al.*, 2011) e

fator de conversão alimentar (DECAMP *et al.*, 2007). Além disso, pode acarretar no aumento dos compostos nitrogenados na água (MARTIN *et al.*, 1998), degradação dos sedimentos dos viveiros (ARNOLD *et al.*, 2006), aumento do estresse nos camarões (LI *et al.*, 2006) e aumento da suscetibilidade a enfermidades (ARNOLD *et al.*, 2006).

Pesquisas sobre densidade de estocagem na produção de *F. paulensis* em gaiolas tem sido realizadas por PRETO *et al.* (2005; 2009), que estudaram densidades entre 100 e 500 camarões m⁻³ e 50 e 200 camarões m⁻³, respectivamente; KRUMMENAUER *et al.* (2006), com densidades entre 20 e 120 camarões m⁻². MALPARTIDA e VINATEA (2007) trabalharam com a mesma espécie, *F. paulensis*, em densidades bem menores, entre 1 e 2 camarões m⁻². Porém, existem poucos dados sobre o efeito da densidade de estocagem na qualidade da água e no desempenho zootécnico para a espécie *L. schmitti*.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da densidade de estocagem nos parâmetros zootécnicos do cultivo de camarões *Litopenaeus schmitti*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), pertencente ao Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (T1 = 8 camarões m⁻², T2 = 20 camarões m⁻² e T3 = 50 camarões m⁻²) e três repetições, totalizando nove unidades experimentais. Exemplares do camarão branco *L. schmitti*, com peso médio de 0,081 ± 0,01 g, produzidos no LCM foram cultivados durante quinze semanas.

O cultivo foi realizado em tanques circulares de fibra de vidro, de cor preta, com volume útil de 50 m³ (50 m² de área, 1,0 m de lâmina d'água). Cada unidade de cultivo (tanque) tinha 10% de declividade do perímetro ao centro. O fornecimento da água foi feito através de um cano de PVC de 110 mm de diâmetro e mobilizada por uma bomba centrífuga, a qual transportou a água desde o mar (Praia de Moçambique) até os tanques.

A drenagem dos efluentes foi feita por meio de sifonagem diária do fundo dos tanques. A renovação da água dos tanques (5-50% volume dia⁻¹) foi por drenagem com tubos de PVC de 50 mm posicionados no centro e no fundo dos tanques para facilitar a saída dos sólidos sedimentados e para manter os níveis de oxigênio dissolvido acima de 3,0 mg L⁻¹ e amônia abaixo de 1,0 mg L⁻¹, de acordo com VAN WYK e SCARPA (1999).

O suprimento de ar foi distribuído por tubos de PVC de 25 mm de diâmetro, com furos de 1 mm a cada 10 cm, colocados no fundo do tanque formando anéis para distribuição homogênea do ar em toda superfície, utilizando-se soprador do tipo turbina de 4,5 CV. A temperatura da água foi mantida por meio de aquecedores instalados em cada tanque.

Os tanques foram abastecidos com água do mar filtrada (5 µm) (35 g L⁻¹ de salinidade) até alcançarem o nível de 30 cm, quando foram inoculados 2.500 L (10 X 10⁵ células mL⁻¹) de algas da espécie *Chaetoceros calcitrans* e fertilizados com 300 g de uréia, 150 g de superfosfato triplo, 8 g FeCl₃ e 100 mL silicato de sódio para 15.000 L de água. Após o primeiro dia, o nível da água foi elevado para 70 cm, e no segundo dia, até 1 m, com o propósito de facilitar o crescimento do fitoplâncton, que serviu de alimento inicial dos camarões. O "bloom" algal adequado, 35 cm de transparência, foi obtido após o terceiro dia da inoculação, quando os tanques foram, então, povoados com os camarões. Os animais foram contados e estocados nas unidades experimentais de acordo com os tratamentos. A manutenção do fitoplâncton nos tanques de cultivo foi realizada semanalmente, por meio de fertilizações, e inoculação da microalga *C. calcitrans* a cada 10 dias, durante todo cultivo.

O alimento ofertado foi ração comercial para camarão da espécie *L. vannamei* com 35% de proteína bruta, 10,5% de umidade, 10,1% de cinzas, 34,4% carboidratos, 3,1% de fibra bruta, 7,6% de extrato etéreo. A taxa de arraçoamento variou de 50 a 3% da biomassa, estimada de acordo com o peso médio dos camarões (WYBAN e SWEENEY, 1991). A frequência de fornecimento foi de quatro vezes ao dia (6:00, 11:00, 16:00 e 22:00 horas).

O oxigênio dissolvido e a temperatura foram verificados com oxímetro YSI model 550A, duas vezes ao dia. O pH (peagômetro YSI model 100), a salinidade (refratômetro ATC RST - 101) e a transparência, (disco de Secchi) foram verificados uma vez por dia. As análises de amônia, nitrito, nitrato e sólidos suspensos totais foram mensurados uma vez por semana, segundo as metodologias descritas por KOROLEFF (1976), GOLTERMAN *et al.* (1978), MACKERETH *et al.* (1978) e A.P.H.A (1995), respectivamente.

O ganho de peso dos camarões foi analisado semanalmente por meio de sub-amostras de 30 indivíduos, que foram pesados individualmente em balança digital de 0,01 g de precisão. Os camarões foram despesados após 15 semanas de cultivo pelo cano de drenagem e colocados em água resfriada (3 a 5°C de temperatura) para provocar a morte instantânea. Posteriormente, foram contados e pesados para determinar a sobrevivência, produtividade, peso médio final, fator de conversão alimentar (FCA), crescimento semanal e biomassa de acordo com as fórmulas:

$$\text{Sobrevivência (S)} = (\text{NT}/\text{NO}) \times 100$$

$$\text{Produtividade (Kg ha}^{-1}\text{ ciclo)} = (\text{BF}/\text{AUE}) \times 10.000$$

$$\text{Peso médio final (g)} = \text{BF}/\text{NT}$$

$$\text{FCA} = \text{quantidade de alimento fornecido}/\text{GB}$$

$$\text{Ganho de biomassa (GB)} = (\text{BF} - \text{BI})$$

$$\text{Crescimento semanal} = \text{GB}/\text{tempo (semanas);}$$

Onde: NT = Número de indivíduos sobreviventes ao final do período avaliado; NO = Número inicial de indivíduos estocados; BF = biomassa final; BI = biomassa inicial; AUE = área da unidade experimental (m²); GB = ganho de biomassa.

Dados de qualidade de água e dos parâmetros zootécnicos foram submetidos ao teste de Bartlett e Shapiro-Wilk, para verificar a homogeneidade das variâncias e normalidade dos dados, respectivamente. Os dados foram analisados por meio de ANOVA e teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Quando observado diferença significativa entre os tratamentos foi utilizado regressão linear ou logarítmica para avaliar o efeito da densidade de estocagem. Todos os dados foram analisados com

a utilização do programa Statgraphics v. 7.0 (Statistical Graphics Corporation).

RESULTADOS

A temperatura da água variou entre 19,7 e 30,7°C, com média de $24,61 \pm 3,35^\circ\text{C}$, nas unidades de cultivo.

Diferenças significativas não foram observadas (ANOVA $P > 0,05$) em relação às variáveis de qualidade da água, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH, salinidade, transparência, amônia total ($\text{NH}_4 + \text{NH}_3$), amônia não ionizada (NH_3), nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), sólidos suspensos totais (Tabela 1).

Tabela 1. Média (\pm desvio padrão) e valores mínimos e máximos (entre parênteses) das variáveis físico-químicas da água do cultivo experimental de *Litopenaeus schmitti* cultivado durante quinze semanas em diferentes densidades de estocagem.

Variáveis	Tratamentos		
	T1 (n = 3)	T2 (n = 3)	T3 (n = 2)*
OD (mg L ⁻¹) 06h	5,78 \pm 0,53 (4,85 - 6,75)	5,75 \pm 0,4 (5,24 - 6,38)	5,59 \pm 0,43 (5,06 - 6,38)
OD (mg L ⁻¹) 18h	6,92 \pm 0,66 (5 - 7,54)	6,58 \pm 0,44 (5,7 - 7,27)	6,47 \pm 0,37 (5,9 - 7,16)
pH	7,83 \pm 0,14 (7,61 - 8,04)	7,92 \pm 0,09 (7,76 - 8,07)	7,84 \pm 0,12 (7,6 - 8,01)
Salinidade	31,0 \pm 1,2 (28,5 - 32,9)	32,7 \pm 0,7 (30,9 - 33,7)	32,7 \pm 1,1 (30,1 - 33,9)
Transparência (cm)	83,1 \pm 7,9 (64,1 - 92,3)	74,6 \pm 7,5 (60,7 - 86,3)	71,0 \pm 7,7 (61,9 - 84,2)
NH ₄ + NH ₃ (mg L ⁻¹)	0,63 \pm 0,64 (0,07 - 2,18)	0,42 \pm 0,56 (0,02 - 1,58)	0,57 \pm 0,72 (0,06 - 2,46)
NH ₃ (mg L ⁻¹)	0,016 \pm 0,017 (0,002 - 0,067)	0,010 \pm 0,015 (0 - 0,050)	0,011 \pm 0,176 (0 - 0,060)
NO ₂ (mg L ⁻¹)	0,026 \pm 0,036 (0 - 0,100)	0,006 \pm 0,016 (0 - 0,060)	0,024 \pm 0,051 (0 - 0,200)
NO ₃ (mg L ⁻¹)	0,276 \pm 0,286 (0 - 1,000)	0,286 \pm 0,206 (0 - 0,670)	0,283 \pm 0,240 (0 - 0,750)
Sólidos suspensos totais (mg L ⁻¹)	105,42 \pm 49,51 (7,00 - 192,00)	96,61 \pm 38,6 (52,30 - 192,00)	96,67 \pm 38,33 (13,50 - 145,00)

*Foi perdida uma unidade experimental na décima quarta semana por mortalidade total dos camarões, sendo subtraída da análise estatística.

A partir da terceira semana de cultivo observou-se diferença significativa entre os tratamentos em relação ao peso médio. Ao final do experimento foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) no peso médio, produtividade, ganho de peso semanal e sobrevivência entre os tratamentos.

Em relação ao FCA, estes foram altos nos três tratamentos, mas não houve diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela 2).

Após 15 semanas de cultivo foi observado efeito positivo do aumento da densidade na produtividade e negativo no peso médio final e crescimento semanal (Tabela 3).

Tabela 2. Média (\pm desvio padrão) dos parâmetros de produção do cultivo experimental de *Litopenaeus schmitti* cultivado durante quinze semanas em diferentes densidades de estocagem.

Variáveis	Tratamentos		
	T1 (n = 3)	T2 (n = 3)	T3 (n = 2)*
Peso final (g)	8,20 \pm 0,215a	4,95 \pm 0,380b	5,38 \pm 0,005b
Produtividade (kg ha ⁻¹ ciclo)	463,2 \pm 84,56c	918,5 \pm 112,97b	2.340 \pm 56,16a
Crescimento (g semana ⁻¹)	0,55 \pm 0,02a	0,33 \pm 0,002b	0,36 \pm 0,03b
Sobrevivência (%)	70,7 \pm 8,37b	92,5 \pm 6,19a	90,8 \pm 2,18 ^a
FCA	4,43 \pm 0,26a	3,58 \pm 0,42a	4,15 \pm 0,10a

*Foi perdida uma unidade experimental na décima quarta semana por mortalidade total dos camarões, sendo subtraída da análise estatística. Letras (a, b, c) diferentes entre as linhas diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Efeito da densidade de estocagem nas variáveis de produção no cultivo de *Litopenaeus schmitti* durante quinze semanas.

Variáveis	Equação	R ²	Efeito
Sobrevivência (%)	$y = 0,2315x + 81,817$	0,19	Sem efeito
Produtividade (Kg ha ⁻¹ ciclo)	$y = 45,93x + 30,419$	0,98	Positivo
Peso médio final (g)	$y = -1,539\ln(x) + 10,787$	0,63	Negativo
Crescimento semanal (g)	$y = -0,140\ln(x) + 0,7239$	0,63	Negativo

DISCUSSÃO

A temperatura média observada durante o experimento pode ser considerada baixa e pode ter influenciado no ganho de peso e crescimento dos camarões.

Dados de redução no crescimento foram observados por KRUMMENAUER *et al.* (2006), para *F. paulensis* no Estuário da Lagoa dos Patos nos meses frios do ano. OSTRENSKY e PESTANA (2000) observaram redução de 50% nas taxas de crescimento de *F. paulensis*, em viveiros comerciais, quando a temperatura média foi de 18°C.

As concentrações de oxigênio dissolvido e o pH verificados neste experimento encontraram-se dentro da faixa adequada para o cultivo de camarões peneídeos (NUNES *et al.*, 2005). A transparência média ao longo do experimento esteve acima dos valores considerados ideais (35-50 cm) para o cultivo de camarões marinhos (NUNES *et al.*, 2005). A alta transparência nos tanques pode ter sido resultado de condições ambientais, com baixa temperatura e luminosidade no ambiente.

Os níveis de amônia total verificados para as densidades estudadas estiveram abaixo dos

valores de toxicidade aguda (38,88 mg L⁻¹, nas condições de pH 8, salinidade de 35 g L⁻¹, temperatura de 20°C e tempo de exposição de 96 horas) citados por BARBIERI (2010) para *L. schmitti* e para juvenis de *F. paulensis*, (38,72 mg L⁻¹, nas condições de pH 7,78, salinidade de 28 g L⁻¹, temperatura de 25°C e tempo de exposição de 96 horas), citados por OSTRENSKY e WASIELESKY (1995).

As concentrações do nitrito estiveram abaixo dos valores considerados tóxicos (0,1 mg L⁻¹ NO₂) para a maioria dos peneídeos (NUNES *et al.*, 2005). Os níveis de nitrato (NO₃) foram semelhantes e dentro do recomendado por NUNES *et al.* (2005). Os níveis de sólidos suspensos totais foram altos, porém similares entre as densidades de estocagem. O sistema de aeração proporcionou uma mistura da camada da água, aumentando assim, os níveis de sólidos suspensos totais.

No cultivo de *Penaeus monodon* em densidades entre 10 e 40 camarões m⁻², ALLAN e MAGUIRE (1992) observaram efeito negativo do aumento da densidade de estocagem nos níveis de amônia total. Esta mesma relação foi observada por MARTIN *et al.* (1998), estudando

L. stylirostris em densidades entre 1 e 30 camarões m⁻². Entretanto, LI *et al.* (2006) e FOÉS *et al.* (2011) não observaram diferenças significativas nos níveis de amônia quando incrementaram a densidade de cultivo de *F. chinensis* (50, 200 e 600 camarões m⁻²) e *F. paulensis* (500 a 2.000 camarões m⁻²), respectivamente.

Mesmo sem apresentar diferença significativa nas variáveis de qualidade de água entre os tratamentos, ocorreu à perda de uma unidade experimental no tratamento de maior densidade (T3) por mortalidade total na décima quarta semana. Esta perda estaria relacionada com grandes quantidades de partículas em suspensão, além de algas flageladas (Pyrrophyta), que possivelmente obstruíram as brânquias dos camarões, sendo esse fato evidenciado nas mudas, onde as brânquias apresentavam-se escurecidas. Dados semelhantes foram observados por HOPKINS *et al.* (1993; 1994), onde a grande incidência de "fouling" (bactérias epicomensais e restos de materiais) nas brânquias em camarões cultivados em altas densidades de cultivo ocasionaram aumento de mortalidade.

Os resultados em relação ao peso médio final demonstraram que o aumento da densidade de estocagem tem efeito negativo nos mesmos. Observou-se que o maior peso médio final foi alcançado no tratamento com 8 camarões m⁻² porém, a amplitude do peso médio dos camarões foi mais acentuada em relação aos demais tratamentos.

Em todos os três tratamentos estudados, o peso final do *L. schmitti* foi inferior aos citados por FERNANDEZ *et al.* (1994a), durante dezenove semanas, que oscilaram entre 12,8 e 15,9 g, ao serem utilizadas densidades de estocagem de 17-20 juvenis m⁻², e aos de FERNANDEZ *et al.* (1994b), que alcançaram valores de 12,8 g, em densidade de 16 camarões m⁻². Porém, o peso médio obtido neste trabalho na densidade utilizada no T1 (8 camarões m⁻²) foi próximo aos resultados encontrados por FRAGA *et al.* (2002), que verificaram valores entre 7,43 e 10,45 g de peso médio para *L. schmitti*, durante dez semanas, em densidade de 10 camarões m⁻², e entre 5,10 e 7,81 g, em densidades entre 15 e 25 camarões m⁻².

FERNANDEZ *et al.* (1994a; 1994b) cultivando *L. schmitti* em viveiros de terra, alcançaram

produtividade de 1.477, 1.552 e 2.017 Kg ha⁻¹ ciclo, respectivamente, para as densidades de 18, 20 e 50 camarões m⁻². Provavelmente, a temperatura média de 28,6°C resultou em conforto adequado para o crescimento dos camarões. No presente estudo, a produtividade nas densidades de 20 e 50 camarões m⁻² foram significativamente superiores a de 8 camarões m⁻², porém, a produtividade média verificada na densidade de 50 camarões m⁻² foi superior às citadas por FERNANDEZ *et al.* (1994a; 1994b).

O crescimento alcançado no tratamento com 8 camarões m⁻² pode ser considerado baixo, quando comparado aos resultados obtidos em viveiros comerciais na região Sul do Brasil para *L. schmitti* (0,62 g semana⁻¹), *F. paulensis* (0,69 g semana⁻¹) e *L. vannamei* (0,79 g semana⁻¹) (OSTRENSKY *et al.*, 1998). OSTRENSKY e PESTANA (2000), em viveiros comerciais, encontraram crescimento médio semanal de 0,61 g para *L. schmitti* e de 0,73 g para *F. paulensis*. FERNANDEZ *et al.* (1994a) observaram ganho de peso semanal de *L. schmitti* variando entre 0,60-0,82 g semana⁻¹ para densidades de estocagem entre 17-20 camarões m⁻²; FRAGA *et al.* (2002) observaram, para a mesma espécie, variação entre 0,44 e 1,02 g semana⁻¹ para densidades de estocagem entre 10 e 25 camarões m⁻².

Os melhores resultados obtidos, com relação ao presente estudo, em viveiros de terra são favorecidos pelo desenvolvimento de biota natural do ambiente que serve de alimento para os camarões.

O aumento da densidade de estocagem não influenciou na sobrevivência final. Os maiores percentuais de sobrevivência foram alcançados nas densidades de 20 e 50 camarões m⁻². As percentagens de sobrevivência obtidas foram superiores às citadas por FERNANDEZ *et al.* (1994a; 1994b) para a mesma espécie, em densidades entre 16 e 20 camarões m⁻², os quais conseguiram sobrevivências entre 58,7-75,0%.

O FCA foi similar aos observados para *L. schmitti* por FRAGA *et al.* (2002) e JAIME-CEBALLOS *et al.* (2009), porém superior aos mencionados por FERNANDEZ *et al.* (1994b) e FRAGA *et al.* (2010) e inferiores aos resultados de FERNANDEZ *et al.* (1994a) e ALVAREZ *et al.* (2007). Segundo FERNANDEZ *et al.* (1994b), a

utilização de comedouros e o aporte de alimento natural são fatores que ajudam na redução do FCA no cultivo de *L. schmitti*. O uso de comedouros foi inviabilizado, neste estudo, devido à forte aeração e circulação da água nas unidades experimentais, o que retirava os "pellets" das bandejas; no entanto, sua utilização em empreendimentos comerciais é importante para determinar o consumo de alimento.

Além do aumento da densidade de estocagem, fatores como ração não específica para a espécie avaliada e ausência das bandejas de alimentação contribuíram para redução do peso médio final. Em relação ao peso final, vários autores encontraram efeito negativo do aumento da densidade de estocagem para as várias espécies e diferentes sistema de cultivo de peixe: MARTIN *et al.* (1998), para *L. stylirostris*, com densidades entre 1 e 30 camarões m⁻²; ARAGÓN-NORIEGA *et al.* (2000), estudando *L. stylirostris* com densidades entre 15 e 30 camarões m⁻²; ZAKI *et al.* (2004), para *P. semisulcatus* cultivados em densidades entre 3 e 15 camarões m⁻²; e KRUMMENAUER *et al.* (2011), estudando *L. vannamei* com densidades variando entre 10 e 40 camarões m⁻².

A pesquisa bibliográfica e os resultados apresentados no presente estudo indicam que altas densidades de estocagem provocam redução do crescimento, provavelmente relacionada à competição por espaço e ausência de fonte de alimento natural, que se tornam limitantes; no entanto, para as densidades utilizadas, a sobrevivência não foi afetada.

CONCLUSÕES

Os resultados confirmam o potencial zootécnico da espécie *L. schmitti*, cultivado em densidades de 8 camarões m⁻², sendo positivo o incremento da densidade de estocagem na produtividade, porém negativo no crescimento semanal e peso médio final da espécie. São necessários estudos para determinar as exigências nutricionais de *L. schmitti* em densidades superiores a 8 camarões m⁻² e a viabilidade econômica em viveiros de terra.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, G.A.; MAGUIRE, G.B. 1992 Effects of stocking density on production of *Penaeus monodon* Fabricius in model farming ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 107(1): 49-66.
- ALVAREZ, J.S.; HERNANDEZ-LLAMAS, A.; GALINDO, J.; FRAGA, I.; GARCIA, T.; VILLARREAL, H. 2007 Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante & Kensley 1997). *Aquaculture Research*, Oxford, 38: 689-695.
- A.P.H.A./A.AW.W.A/W.E.F. 1995 *Standart methods for the examination of water and wastewater*. Washington: A.P.H.A., 560p.
- ARAGÓN-NORIEGA, E.A.; CÓRDOVA-MURUETA, J.H.; TRÍAS-HERNÁNDEZ, H.L.; GARCÍA-JUÁREZ, A.R. 2000 Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. *Ciencia Pesquera*, México, 14: 39-46.
- ARNOLD, S.J.; SELLARS, M.J.; CROCOS, P.J.; COMAN, G.J. 2006 An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquaculture*, Amsterdam, 256: 174-179.
- BARBIERI, E. 2010 Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture*, Amsterdam, 306: 329-333.
- BALAKRISHNAN, G.; PEYAIL, S.; RAMACHANDRAN, K.; THEIVASIGAMANI, A.; SAVJI, K.A.; CHOKKAIHAH, M.; NATARAJ, P. 2011 Growth of cultured white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) in different stocking density. *Advances in Applied Science Research*, 2(3): 107-113.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; MELO, G.A.S.; FREIRE, F.A.M. 2003 An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo state. *Braz. Biota Neotropica*, São Paulo, 3(1): 1-12.
- DECAMP, O.; CONQUEST, L.; CODY, J.; FORSTER, I.; TACON, A.G.J. 2007 Effect of shrimp stocking density on size-fractionated phytoplankton and ecological groups of ciliated protozoa within zero-water exchange shrimp culture systems.

- Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 38(3): 395-406.
- FAO. 2010 *The State of World Fisheries and Aquaculture 2009*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 197p.
- FERNANDEZ, R.; BARBARO, J.; SOSA, R. 1994a Engorde intensivo del camarón *Penaeus schmitti* en Santa Cruz del Sur, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, Havana, 15(2): 157-163.
- FERNANDEZ, R.; FUNES, H.; ZARAGOZA, I. 1994b Engorde intensivo del camarón *Penaeus schmitti* en estanques de 2,5 ha con aeração por paletas. *Revista de Investigaciones Marinas*, Havana, 18(5): 20-24.
- FÓES, G.K.; FRÓES, C.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.; WASIELESKY Jr, W. 2011 Nursery of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system: survival and growth at different stocking densities. *Journal of Shellfish Research*, Hanover, 30(2): 367-373.
- FRAGA, I.; GALINDO, J.; ARAZOZA, M.; SÁNCHEZ, A.; JAIME, B.; ALVAREZ, S. 2002 Evaluación de niveles de proteína y densidades de siembra em el crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. *Revista de Investigaciones Marinas*, Havana, 23(2): 141-147.
- FRAGA, I.; GALINDO, J.; JAIME, B. 2010 Evaluación de niveles de inclusión de harina de cangrejo rojo de tiena (*Gecarcinus ruricola*) em la dieta de juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. *Revista de Investigaciones Marinas*, Havana, 31(1): 53-60.
- GOLTERMAN, H.J.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. 1978 *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. London: Scientific Publications. 214p.
- HOPKINS, J.E.; HAMILTON, R.; SANDIFER, P.; BROWDY, C.; STOKES, A. 1993 Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 24(3): 304-320.
- HOPKINS, J.E.; SANDIFER, P.; BROWDY, C. 1994 Sludge management in intensive pond culture of shrimp: effect of management regime on water quality, sludge characteristics, nitrogen extinction, and shrimp production. *Aquacultural engineering*, Amsterdam, 13: 11-30.
- JAIME-CEBALLOS, B.; FRAGA-CASTRO, I.; GALINDO-LÓPEZ, J.; ALVAREZ-CAPOTE, S. 2009 Effect of shrimp head meal inclusion level in *Litopenaeus schmitti* juveniles diet *Revista de Investigaciones Marinas*, Havana, 30(1): 71-78.
- KOROLEFF, F. 1976 Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. *Methods of seawater analysis*. Verlag: Chemie Weinheim, p.117-187.
- KRUMMENAUER, D.; WASIELESKY Jr, W.; CAVALLI, R.O.; PEIXOTO, S., ZOGBI, P.R. 2006 Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea:Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36(1): 252-257.
- KRUMMENAUER, D.; CAVALLI, R.O.; BALLESTER, L.C.E.; WASIELESKY Jr, W. 2011 Feasibility of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture in southern Brazil: effects of stocking density and a single or a double CROP management strategy in earthen ponds. *Aquaculture Research*, Oxford, 41: 240-248.
- LI, Y.; LI, J.; WANG, Q. 2006 The effects of dissolved oxygen concentration and stocking density on growth and non-specific immunity factors in Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture*, Amsterdam, 256: 608-616.
- LOPES, D.L.A.; WASIELESKY Jr, W.; BALLESTER, E.C.; PEIXOTO, S. 2009 Análise comparativa da criação dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(5): 1540-1546.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. 1978 *Water analysis: some revised methods for limnologists*. London: Scientific Publications. 121p.
- MALPARTIDA, J. e VINATEA, L. 2007 Monitoramento do crescimento de juvenis de *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) com vista a um futuro repovoamento da Lagoa de Ibraquera, Imbituba, SC. *Biotemas*, Florianópolis, 20 (3): 37-45.
- MPA. 2012 *Boletim Técnico e Estatístico da Pesca e Aquicultura*. Brasil: Ministério da Pesca e Aquicultura. 128p.

- MARINHO JR, M. e FONTELES-FILHO, A. 2010 Crescimento do camarão-cinza, *Litopenaeus vannamei*, sob um sistema de cultivo intensivo. *Arquivo de Ciências do Mar*, Fortaleza, 43(1): 12-17.
- MARTIN, J.L.M.; VERAN, Y.; GUELORGET, O.; PHAN, D. 1998 Shrimp rearing: stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studied through the nitrogen budget in rearing ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 164: 135-149.
- NUNES, A.J.P.; GESTEIRA, T.C.V.; OLIVEIRA, G.G.; LIMA, R.C.; MIRANDA, P.T.C.; MADRID, R.M. 2005 *Princípio de boas práticas de manejo na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará*. Fortaleza: Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR. 109p.
- NUNES, A.J.P.; MADRID, R.M.; ANDRADE, T.P. 2011 Carcinicultura marinha no Brasil passado, presente e futuro. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, 21(124): 26 - 33.
- OSTRENSKY, A. e PESTANA, D. 2000 Avaliação das taxas de crescimento de *Farfantepenaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 em viveiros de cultivo. *Archives of Veterinary Science*, Paraná, 5: 5-15.
- OSTRENSKY, A. e WASIELESKY Jr., W. 1995 Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *P. paulensis* Pérez-Farfante, 1976. *Aquaculture*, Amsterdam, 132(3-4): 339-347.
- OSTRENSKY, A.; BORGES, R.B.; FOES, G.K. 1998 Comparações técnicas entre *Penaeus vannamei*, *P. schmitti* e *P. paulensis* em cultivos comerciais realizados na região Sul do Brasil. In: AQUICULTURA BRASIL'98: DESENVOLVIMENTO COM SUSTENTABILIDADE, 1., Recife, 2-6/nov./1997. *Anais...Recife: Associação Brasileira de Aqüicultura*. p.83.
- PRETO, A.L.; CAVALLI, R.; PISSETTI, T.; ABREU, P.C.; WASIELESKY, W. 2005 Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 35(6): 1417-1423.
- PRETO, A.L.; PISSETTI, T.L.; WASIELESKY Jr, W.; POERSCH, L.H.; CAVALLI, R.O. 2009 Production of live bait-shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) in cages at varying stocking densities. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 35(1): 39-45.
- SANCHEZ-ZAZUETA, E.; HERNÁNDEZ, J.M.; MARTINEZ-CRODERO, F.J. 2011 Stocking density and date decisions in semi-intensive shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) farming: a bioeconomic approach. *Aquaculture Research*, Oxford, on line: 1-14. (doi:10.1111/j.1365-2109.2011.03060.x)
- SOOKYING, D.; SILVA, F.S.D.; DAVIS, D.A.; HANSON, T.R. 2011 Effects of stocking density on the performance of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured under pond and outdoor tank conditions using a high soybean meal diet. *Aquaculture*, Amsterdam, 319(1-2): 232-239.
- SOUZA, F.M.M.; MESSIAS, G.A.; FIALHO, D.H.F.; SOARES, R.B.; CORREIA, E.S. 2009 Crescimento do camarão marinho *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) cultivado em tanques com diferentes protocolos de fertilização orgânica *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 31(3): 221-226.
- VAN WYK, P. e SCARPA, J. 1999 Water Quality Requirements and Management. In: VAN WYK, P.; DAVIS-HODGKINS, M.; LARAMORE, R.; MAIN, K.L.; MOUNTAIN, J.; SCARPA, J. *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems*. Florida: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Harbor Branch Oceanic Institute. p.141-162.
- WYBAN J.A. e SWEENEY, N. 1991 *Intensive shrimp production technology*. Hawaii: USA: Oceanic Institute. 158p.
- ZAKI, M. A.; NOUR, A. A.; ABDEL-RAHIN, M .M.; SROUR, T. M. 2004 Effect of stocking density on survival, growth performance, feed utilization and production of marine shrimp *Penaeus semisulcatus* in earthen ponds. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, Egito, 30(b): 429-442.