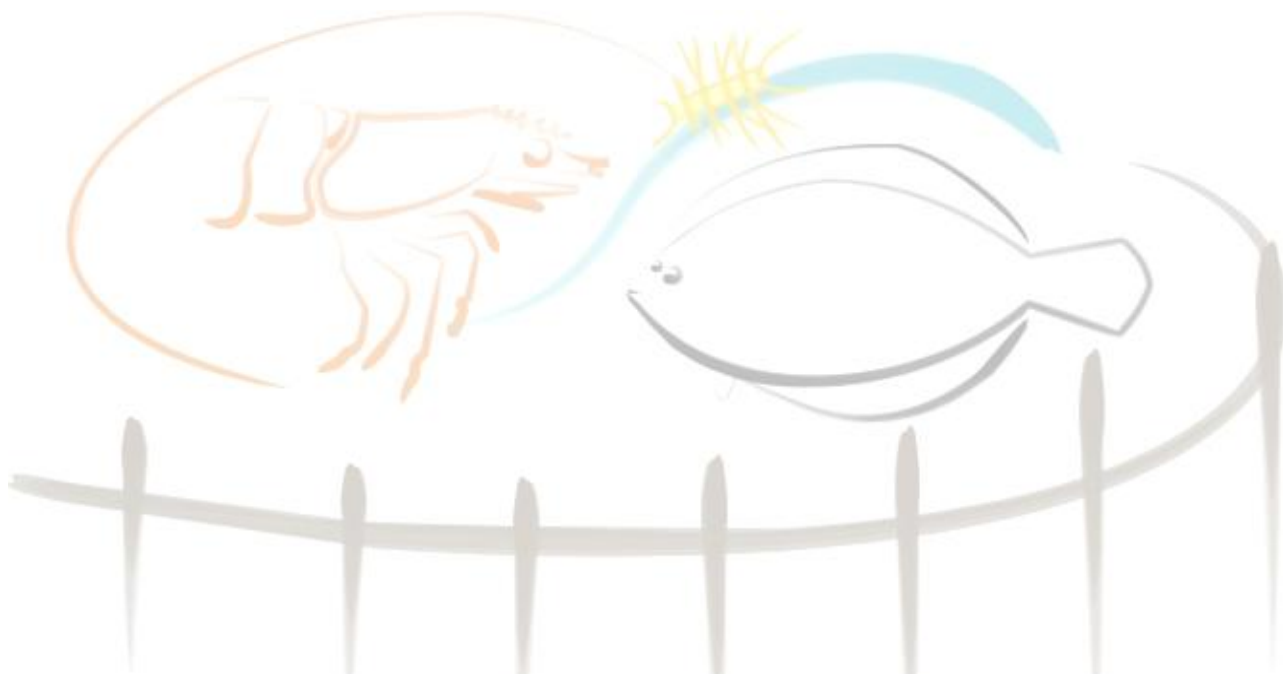




FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



**CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO DO CAMARÃO-
BRANCO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) NO
EXTREMO SUL DO BRASIL.**

GERALDO KIPPER FOES

RIO GRANDE, RS

2008

Fundação Universidade Federal do Rio Grande

Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura

CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO DO CAMARÃO-
BRANCO *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) NO
EXTREMO SUL DO BRASIL.

Geraldo Kipper Foes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Aqüicultura pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

Orientador: Dr. Wilson Wasielesky Jr.

Rio Grande, RS, Brasil.

Fevereiro de 2008

ÍNDICE

	Páginas
DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	8
MATERIAIS E MÉTODOS	8
RESULTADOS	13
DISCUSSÃO	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e aos amigos, que de maneira direta ou indireta colaboraram na sua elaboração.

“A Ciência serve apenas para se verificarem as descobertas do instinto”.

Jean Cocteau

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha querida esposa Verônica e amada filha Verena pelo apoio, compreensão e companheirismo nesta nossa nova empreitada.

Aos meus queridos pais, Neidi e Hélio, estando longe na distância, estão muito perto nos meus pensamentos e orações, e meus irmãos também.

Meu agradecimento especial aos meus segundos pais, Leda e Obede, incansáveis, generosos e amigos, que nos deram e dão apoio desde sempre e também neste momento muito importante para a família. E meu agradecimento também à Carmem Lúcia. Agradeço o apoio e amizade de meus sobrinhos, cunhados e amigos.

Meu agradecimento especial ao Prof. Wilson Wasielesky Jr. pela amizade demonstrada, confiança depositada, pelo profissionalismo aliado ao companheirismo e pelas boas risadas, além do futebol. Agradeço à equipe do Projeto Camarão, Dariano Krummenauer, Msc. Eduardo Ballester, Dr. Luis Poersch, Charles Fróes, Márcio Miranda, Diana Murti, Cíntia Nakayama, Adriana Silva, Tatiana, Gabi, Talibã, demais estagiários e aos funcionários da EMA, Hermes Terra, Gilnei, Linamara, Getúlio, Zezinho, Sandro; Marcelo e também a todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, e alunos de graduação da FURG.

RESUMO

O presente trabalho avaliou a ocorrência de crescimento compensatório do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* submetido a longo período de berçário em elevada taxa de estocagem e exposto às baixas temperaturas de final de inverno e começo de primavera, no sul do Brasil. Camarões foram criados em dois sistemas de cultivo diferentes: o tratamento denominado “crescimento compensatório” (CC) avaliou desempenho de crescimento dos camarões mantidos em berçário durante 145 dias, em densidade de estocagem de 2000 camarões /m² durante o inverno num tanque de 20 m² sem sistema de aquecimento; e o tratamento controle, aqui denominado “crescimento normal” (CN) onde os camarões foram mantidos em um tanque berçário idêntico, na mesma densidade, mas por um período de 16 dias, no final da primavera, quando a temperatura aumentou. A sobrevivência e o peso médio depois do período de berçário foi respectivamente 79,7% e $0,64 \pm 0,31$ g para o tratamento CC e de 93,0% e $0,36 \pm 0,09$ g para o tratamento CN. Os camarões foram então transferidos para quatro viveiros de engorda, revestidos por PEAD (duas repetições por tratamento) e criados por 101 dias até a colheita. Durante o período de engorda, a cada 18 dias, cinquenta indivíduos foram coletados aleatoriamente de cada viveiro e foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,01g. Na despesca, a biomassa final de cada viveiro foi anotada e 100 camarões de cada viveiro foram individualmente pesados para determinar o peso final e a taxa de sobrevivência. Adicionalmente, a taxa específica de crescimento (TEC), a taxa de crescimento semanal (TCS) e percentagem de crescimento semanal (PCS) foram calculadas para cada viveiro. Os dados coletados foram submetidos à análise estatística de comparação de médias (teste-T). Os resultados mostraram que os camarões criados no tratamento CC alcançaram um peso médio final significativamente maior ($p < 0,05$) que os camarões do tratamento controle (CN). A TEC na primeira biometria foi significativamente maior nos camarões criados no tratamento CC, posteriormente os camarões do tratamento controle tiveram maior TEC. Os resultados do experimento demonstram claramente que camarões mantidos em um longo período de tempo no berçário, em altas densidades de estocagem e expostos a baixas temperaturas mostraram crescimento compensatório durante o início do período de engorda. Os resultados podem ajudar no aprimoramento das práticas de manejo

empregadas em fazendas de produção de camarões através da melhor utilização de suas instalações.

ABSTRACT

The present work evaluated the occurrence of compensatory growth of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* submitted to long nursery culture period at high stocking density and exposed to winter and early spring low temperatures, in Southern Brazil. Shrimp were reared in two different culture systems: the treatment denominated “compensatory” growth (CC) evaluate the growout performance of shrimp nursed during 145 days at density of 2000 shrimp/m² during winter season in a 20m² nursery tank without heating system; in the control treatment, here denominated “normal growth” (CN) shrimp were reared in an identical nursery tank at the same density, but for a period of 16 days during late spring, when temperature is warmer. Shrimp survival and mean weight after nursery period was respectively 79.7% and 0.64±0.31g for treatment CC and of 93% and 0.36±0.09g for treatment CN. Shrimp were then transferred to four lined growout ponds (two replicates per treatment) and reared during 101 days until harvest. During growout, about every 18 days, fifty shrimp were randomly sampled from each pond and their wet weight was individually measured to the nearest 0.01g. At harvest, final biomass from each pond was measured and 100 shrimp from each pond was individually weighted to determined mean final weight and estimate survival. Additionally, specific growth rate (SGR), weekly growth rate (WGR) and weekly percent growth (WPC) was calculated from each replicate pond. Statistical analysis of the collected data was performed using *t*-test ($p < 0.05$). Results showed that shrimp reared in the treatment CC achieved a significantly higher mean final weight ($p < 0.05$) than shrimp from the control treatment CN. The SGR at the beginning (first two and a half weeks) of the experiment was also significantly higher for shrimp reared in the CC treatment; afterwards, shrimp from the control treatment had a higher SGR. The results of the experiment clearly demonstrated that shrimp reared for a longer nursery period at high densities and exposed to lower temperatures showed a compensatory growth during the beginning of the growout phase. These results can help management practices employed in shrimp farms through better use of facilities.

INTRODUÇÃO

A contribuição da aquicultura no fornecimento mundial de organismos aquáticos cresce anualmente de maneira significativa. Em 1970, a aquicultura participava com apenas 3,9% da produção total em peso da pesca e aquicultura, no ano 2000 estes valores já estavam em 27,1% da produção total e a 32,4% em 2004. Este crescimento tem sido mais rápido que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal. Em percentagem, a taxa de crescimento anual da aquicultura tem sido de 8,8% desde 1970, enquanto que no mesmo período de tempo, as capturas pesqueiras cresceram somente 1,2% e os sistemas terrestres de produção de carne cresceram 2,8%. O aumento da produção da aquicultura é muito superior ao crescimento demográfico visto que seu suprimento médio anual *per capita* aumentou de 0,7 kg em 1970 para 7,1 kg em 2004. Em valores de biomassa, a produção mundial da aquicultura cresceu notavelmente, passando de um milhão de toneladas no começo da década de 1950 para 59,4 milhões de toneladas em 2004, totalizando um valor de 70,3 bilhões de dólares (FAO 2007). Entretanto, o cenário mundial da pesca marinha e da pesca continental é mais preocupante. Por exemplo, a maior parte das populações das dez principais espécies de peixes marinhos capturados, as quais representam 30% das pescarias mundiais, se acham plenamente exploradas, ou sobre-exploradas, não devendo esperar que suas capturas aumentem de forma importante. No geral, mais de 75% das populações ícticas mundiais que se tem avaliação estão já plenamente exploradas ou sobre-exploradas (ou esgotadas e recuperando-se do esgotamento). Isto indica que provavelmente alcançamos o potencial máximo da captura de peixes silvestres nos oceanos do mundo, sendo necessária uma ordenação mais prudente e controlada da pesca mundial. A situação da pesca continental é ainda mais dramática, pois das vinte e uma espécies normalmente capturadas, dez espécies estão consideradas vulneráveis ou em perigo de extinção e, em relação às onze espécies restantes, os dados disponíveis foram insuficientes para determinar sua situação ou não se fez nenhuma avaliação (FAO 2007).

O crescimento da aquicultura, entretanto pode ter conseqüências dúbias, podendo por um lado, diminuir o esforço de pesca, mas por outro lado aumentar o perigo da sobre-exploração dos estoques de espécies forrageiras para a obtenção de

farinha de pescado, ingrediente necessário à fabricação de ração para as espécies cultivadas, principalmente as mais carnívoras como os salmonídeos e determinadas espécies de camarões (Naylor *et al.* 1998). A aquicultura também pode indiretamente diminuir as pescarias, por outros motivos: através da destruição de áreas de mangue, coleta de sementes selvagens, disseminação de doenças provenientes de organismos cultivados para populações nativas, lançamento de efluentes, eutrofização de corpos de água adjacentes aos empreendimentos, etc. (Boyd 2003).

Estudos são realizados, em todos os setores da aquicultura, com objetivo de minimizar os potenciais impactos negativos da atividade, de maneira a aumentar a sua sustentabilidade. O desenvolvimento de melhores técnicas de manejo dos organismos cultivados, por exemplo, pode contribuir para a sustentabilidade da atividade aquícola, tanto ambiental, como técnica e econômica.

As semanas iniciais após a estocagem nos viveiros de engorda são as mais críticas em termos de sobrevivência das pós-larvas. Conseqüentemente o desenvolvimento de técnicas de manejo que permitam estocagens de indivíduos saudáveis e maiores, melhorando a sobrevivência dos organismos durante os estágios iniciais, pode aumentar a produtividade nos sistemas de cultivo. Tradicionalmente, os camarões são produzidos por estocagem direta de pós-larvas, recebendo a denominação de “sistema de engorda monofásico” (STERN & LETELLIER 1992). Este sistema é o mais difundido, pois é o menos custoso pela sua simplicidade e menor necessidade de mão-de-obra. Há também outra técnica, muito difundida, a qual consiste na estocagem de pós-larvas em sistemas transitórios de cultivo, por um curto período de tempo, seguido de transferência para viveiros de engorda. Esse sistema de cultivo que incorpora uma transferência de camarões de um tanque berçário para o viveiro de engorda é denominado “sistema bifásico de engorda” (New & Rabanal 1985; Lawrence & Huner 1987).

O princípio básico do berçário intensivo é a utilização de tanques onde as pós-larvas são mantidas em altas densidades populacionais, durante o tempo necessário para que elas atinjam um determinado tamanho ou uma condição fisiológica tal que lhes permitam alcançar taxas de sobrevivência e de crescimento na fase de engorda, superiores às aquelas obtidas com o povoamento direto (Barbieri e Ostrensky 2002). Há um terceiro sistema, denominado “cultivo trifásico” no qual após os juvenis passarem

pelo berçário, são transferidos para um “viveiro-berçário”, praticamente idêntico ao viveiro de engorda, porém com menores dimensões e com o sistema de drenagem obrigatoriamente mais eficiente e projetado para recapturar os camarões. Nesse sistema os camarões são estocados em densidades muito mais elevadas que as utilizadas durante a engorda, chegando de 50 a 200 camarões/m² (Barbieri e Ostrensky 2002) ou até 400 camarões/m² (experiência pessoal). Entretanto, a operação de despesca e transferência é complexa e envolve muitos riscos, sendo assim uma prática pouco utilizada.

As vantagens da utilização de berçários são várias, tais como: nos cultivos em clima temperado, os berçários podem servir para estender o período de cultivo adiantando o início do ciclo na primavera, pois os berçários normalmente são construídos dentro de estufas, as quais mantêm a água aquecida. Este procedimento pode adiantar em um ou dois meses a primeira safra, aumentando a possibilidade para produção de duas safras por ano (Griffin *et al.* 1981; Clifford 1985). Mesmo que o objetivo seja apenas uma safra, a estocagem de camarões maiores pode aumentar a sobrevivência, possibilitar uma previsão mais exata da quantidade de organismos no viveiro e colher indivíduos com maior peso médio e com tamanho mais uniforme no final da safra, aumentando assim a produtividade (Sadeh *et al.* 1986; Sturmer & Lawrence 1987; Sandifer *et al.* 1988). O berçário proporciona a transferência de camarões com tamanhos mais robustos e uniformes para os viveiros de engorda, devido ao menor tamanho da estrutura e à maior frequência de fornecimento de ração, aumentando o acesso dos indivíduos ao alimento, possibilitando maior uniformidade na colheita e aumentando o preço de venda. Possibilita também melhor utilização da infraestrutura da fazenda, pois permite a contagem mais eficiente dos organismos que serão transferidos para os viveiros de engorda, diminuindo a possibilidade de subutilização do espaço físico e de equipamentos. O berçário também pode diminuir o tempo de cultivo no viveiro de engorda, pois uma parte do ciclo é realizada no berçário. Ajuda também na prevenção contra a utilização de pós-larvas de má-qualidade, pois se pode monitorar a sobrevivência e o desempenho zootécnico das larvas antes do povoamento (Samocha & Lawrence 1992; Barbieri e Ostrensky 2002).

Em relação à biossegurança, os berçários têm sido recomendados como um componente crítico para minimizar o risco de introdução de doenças, podendo ser usados também como método de diminuição das perdas de safras por doenças (Samocha

et al. 2000; Fegan & Clifford 2001). Os motivos para esta recomendação são vários, tais como: há melhor administração dos riscos, pois as larvas são mantidas em espaços reduzidos possibilitando um controle mais efetivo sobre todas as variáveis envolvidas no processo produtivo, possibilidade do fornecimento de dietas especiais (contendo promotores de crescimento, imuno-estimulantes e probióticos), diminuição do desperdício de alimento; facilitação da limpeza e desinfecção ou quarentena das larvas (Hirono 1983; Pretto 1983; Seidman & Issar 1988; Fast 1991; Sturmer *et al.* 1992). Por exemplo, a sobrevivência de *Litopenaeus vannamei* criados em viveiros infectados com o vírus da mancha branca foi em torno de 16% maior quando os viveiros foram estocados com juvenis criados em berçários biosseguros que quando pós-larvas foram povoadas diretamente (Samocho *et al.* 2000). A racionalidade desta estratégia é baseada, em parte, com a observação de que algumas espécies de peneídeos se tornam menos suscetíveis a certos patógenos virais com a idade (Brock *et al.* 1997; Spann *et al.* 2000). Em áreas de produção com água de baixa salinidade, a aclimação das pós-larvas da salinidade do laboratório de origem, geralmente oceânica, para os viveiros de engorda, também pode ser um componente decisivo na produtividade, podendo essa aclimação ser executada paralelamente ao sistema de berçário (McGraw *et al.* 2002). Na questão econômica, entre os desafios colocados para os administradores, está a necessidade de produções constantes e previsíveis. Uma produção consistente está freqüentemente baseada numa estimativa apurada das densidades populacionais nos viveiros. A densidade utilizada nos cálculos necessários para ajustes no manejo durante o período de engorda é freqüentemente prevista baseada em alguns valores: densidade inicial de estocagem, sobrevivência estimada, quantidade de alimento fornecido e também nas biometrias periódicas (Garza de Yta 2004). Povoamento inadequado pode promover estimativas errôneas de densidade, afetando a taxa de crescimento, através do fornecimento inadequado de ração, comprometendo a sobrevivência e crescimento dos camarões, assim como o tempo de cultivo, a produtividade final e o custeio da safra.

Havendo a intensificação das densidades de estocagem no berçário, que é a essência desse sistema, existe a necessidade da adaptação do manejo e da preparação das estruturas necessárias para o uso dos berçários, tendo como conseqüência: investimento financeiro para construção dos berçários e equipamentos necessários para sua utilização; aumento da complexidade das operações de manejo e aumento da

utilização de mão-de-obra, devendo ser considerados nos custos de produção. Há também o aumento do estresse dos animais devido à maior manipulação, principalmente na transferência do berçário para os viveiros de engorda, possibilitando o aumento da mortalidade e o forte canibalismo que normalmente ocorre em algumas espécies de crustáceos quando mantidas em altas densidades (Karplus *et al.*1998; Barbieri e Ostrensky 2002).

A diminuição do tempo de cultivo no viveiro de engorda devido à utilização do berçário, além dos motivos mencionados, pode ser decorrente de outros fatores, como: conforto pela diminuição acentuada da densidade populacional do berçário para o viveiro de engorda; colonização de um ambiente com melhor qualidade de água e do fundo; normalmente a presença de sedimento permite o enterramento dos camarões; presença de cadeia alimentar natural. Estes motivos proporcionam o crescimento acelerado dos camarões principalmente nas primeiras semanas após serem transferidos para o viveiro definitivo. Este fato é conhecido como “crescimento compensatório”, um termo comumente utilizado quando os animais retornam às condições adequadas de alimentação após um período de desnutrição ou restrição alimentar, resultando em um impulso de crescimento rápido. A sua ocorrência é conhecida em uma grande variedade de organismos, inclusive seres humanos, animais domésticos e aves (Wilson & Osbourn 1960; Mersmann *et al.* 1987; Summers *et al.*; 1990). Os motivos prováveis para explicar o “crescimento compensatório” nos organismos são vários, por exemplo: (1) Mortalidade tamanho-dependente: as taxas de mortalidade em ambientes aquático são inversamente proporcionais ao tamanho. Em populações de peixes, a mortalidade em algumas estações pode ser inversamente relacionada com o tamanho, particularmente devido a que indivíduos pequenos acumulam relativamente menores reservas de energia; (2) Seleção de presa tamanho-dependente: peixes principalmente são predadores limitados pelo tamanho da sua boca, conseqüentemente seus hábitos alimentares são fortemente influenciados pelo seu tamanho; (3) Mudanças ontogenéticas tamanho-dependentes: durante ontogenia pode haver transições críticas em que há dependência do tamanho do indivíduo para se realizarem. O crescimento compensatório permitiria para um indivíduo alcançar o referido tamanho, apesar de experimentar um período anterior de depressão de crescimento; (4) Sucesso reprodutivo

tamanho-dependente: a fecundidade de organismos aquáticos, principalmente peixes teleósteos, depende do tamanho de seu corpo (Ali *et al.* 2003).

O mesmo autor reporta que o aumento da taxa de crescimento logo após o período de estresse é resultado de algumas estratégias adotadas pelos organismos: consumo maior de alimento durante o período pós-estresse (hiperfagia), aumento da eficiência alimentar (melhor digestão e absorção de nutrientes), redução dos custos metabólicos e diminuição da locomoção.

Desde a década de 1970, os estudos sobre o crescimento compensatório em animais aquáticos tornaram-se um tema destacado, pois este crescimento possui, além de importância ecofisiológica, implicações para a aqüicultura, tais como: potencial para diminuição da quantidade de alimentação fornecida e custos de mão-de-obra, redução da emissão de efluentes durante o período de restrição de alimentação, melhorando a conversão alimentar quando o fornecimento de ração é normalizado, conseqüentemente melhorando a eficiência da produção (Quinton & Blake 1990; Jobling *et al.* 1994; Hayward *et al.* 1997).

Os camarões normalmente permanecem no berçário por períodos relativamente curtos, que normalmente oscilam entre uma semana e um mês, tempo necessário para que atinjam maior tamanho, ou que as condições ambientais estejam satisfatórias para a transferência ao viveiro de engorda. No entanto, por vários motivos, pode haver a necessidade dos camarões permanecerem um período de tempo maior no berçário, tais como: quarentena de biossegurança devido à importação de organismos; dificuldade na comercialização da safra, impedindo ou tornando antieconômica a retirada dos camarões em tamanho comercial; aparecimento de doença na região ou na própria fazenda; baixas temperaturas na época da transferência; estratégia para aquisição e transporte de pós-larvas, podendo ser mais vantajoso economicamente adquirir maior quantidade de camarões e mantê-los na fazenda, entre outros.

Quando o berçário intensivo prolonga-se por um período de tempo muito superior ao esperado, há o temor que os animais percam o vigor de crescimento, por ficarem muito tempo adensados, ou por suportarem condições ambientais inadequadas por longo período de tempo, não sendo então vantajosa a sua utilização posterior. Portanto, a presente dissertação teve a finalidade de fornecer subsídios sobre a

ocorrência de crescimento compensatório em viveiros de engorda de camarões mantidos em altas densidades, por longo período de tempo e em condições de temperatura baixa.

OBJETIVOS

Avaliar a capacidade de crescimento compensatório e a taxa de sobrevivência, em viveiros de engorda, utilizando sistema semi-intensivo sem renovação de água, de camarões armazenados em berçário por um prolongado período de tempo, comparando-os com camarões armazenados em berçário por um intervalo de tempo rotineiramente utilizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações da Estação Marinha de Aquicultura “Professor Marcos Alberto Marchiori” (EMA), pertencente ao Departamento de Oceanografia da FURG, situada na cidade do Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Os camarões *Litopenaeus vannamei* utilizados para o estudo de “crescimento compensatório” (CC) foram adquiridos da empresa Aquatec, situada no estado do Rio Grande do Norte, no dia 15 de junho de 2006. Os camarões chegaram ao laboratório no estágio larval de náuplius. Depois do período de larvicultura, no dia primeiro de agosto, as pós-larvas (PL 35) foram transferidas para um tanque berçário, construído em alvenaria, com área de 20 m², em uma densidade de estocagem de 2000 camarões/m² (Figura 1) baseados no trabalho de McAbee *et al.* (2003). O berçário não contou com nenhum sistema de aquecimento, sendo influenciado por variações diárias de temperatura. A taxa de renovação diária de água foi de 25%, e o arraçoamento *ad libitum*. Em cada tanque berçário foram colocadas duas bandejas de alimentação, nas quais foram colocadas 20% da quantidade de alimento fornecido. Havendo sobras de ração entre uma alimentação e outra, a quantidade fornecida era diminuída. Os camarões permaneceram neste berçário até o dia 23 de dezembro, do mesmo ano, totalizando 145 dias, quando então foram transferidos para os viveiros de engorda. A sobrevivência final do berçário foi de 79,7% e o peso médio foi 0,64 g.

Os camarões utilizados para o controle ou “crescimento normal” (CN) também foram provenientes da empresa Aquatec, chegando à EMA em fase de náuplius no dia 5 de novembro de 2006. Depois do período de larvicultura as PLs 25 foram transferidas

para um berçário intensivo idêntico ao do CC, na mesma densidade de 2000 camarões/m², no dia 7 de dezembro. Os juvenis permaneceram estocados no berçário intensivo por dezesseis dias, na tentativa de aproximação dos pesos médios dos camarões entre os tratamentos. A taxa de renovação foi similar ao do CC, e o fornecimento de ração foi *ad libitum*, similar ao outro berçário. A sobrevivência dos camarões no berçário na data da transferência foi de 93% e peso médio de 0,32g.

Os camarões foram transferidos para os viveiros de engorda no dia 23 de dezembro, permanecendo até o dia 3 de abril de 2007.



Figura 1. Tanques utilizados para acondicionamento dos camarões durante o período de berçário.

Os camarões foram transferidos para quatro viveiros escavados, cada viveiro área de 500m² e fundo revestido com polietileno de alta densidade (PEAD), também conhecido como “geomembrana[®]” tendo poro objetivo evitar a percolação para o subsolo da água marinha (Figura 2). Cabe ressaltar que após o enchimento, não houve renovação de água nos viveiros durante todo o experimento, apenas reposição da água perdida por evaporação e também não houve utilização de aeração artificial para melhoria da qualidade da água.



Figura 2. Viveiros de cultivo utilizados no período de engorda, pertencentes à Estação Marinha de Aquacultura, da FURG.

O delineamento experimental foi constituído por dois tratamentos: “crescimento compensatório (CC)” e “crescimento normal (CN)”, tendo duas repetições para cada tratamento. Os viveiros foram povoados com densidade de 20 camarões/m² (10.000 indivíduos por repetição), e foram escolhidos aleatoriamente.

Durante o período de engorda, os valores de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e salinidade foram monitorados duas vezes ao dia, pela manhã (às 7:30h) e à tarde (17:00h), utilizando um aparelho multi-parâmetros YSI 556 (Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH, EUA). A transparência foi medida uma vez por dia, às 17:00h, utilizando um disco de Secchi. Os valores de amônia total foram monitorados quinzenalmente, através do método de UNESCO (1983).

Durante o período amostral, os camarões foram alimentados duas vezes ao dia, com ração contendo 35 % de proteína bruta (Guabi – Potymar 35), sendo utilizada taxa de arraçoamento correspondente a 4% do peso total da biomassa estimada ao dia, até o 70° dia, quando então a taxa de arraçoamento diminuiu para 3% do peso total da biomassa. Esta quantidade fornecida de alimento teve o objetivo de manter a qualidade da água nas melhores condições físico-químicas possíveis, pois os viveiros operaram em sistema de renovação limitada de água e não foram utilizados equipamentos aeradores para incorporação de oxigênio.

As biometrias foram efetuadas a cada dezoito dias aproximadamente, quando cinquenta indivíduos por viveiro foram amostrados aleatoriamente, pesados

individualmente utilizando balança digital com precisão de 2 casas decimais (Balanças Marte, modelo AS 1000 C) e em seguida repostos aos viveiros de origem. Nesta oportunidade a quantidade de ração fornecida foi ajustada de acordo com o peso médio dos indivíduos. Na biometria final, com indivíduos de cada repetição foram selecionados aleatoriamente e pesados individualmente. Foram analisados o peso final, a taxa de crescimento semanal, a biomassa produzida, a sobrevivência final, a taxa específica de crescimento, a percentagem de crescimento semanal e a taxa de conversão alimentar aparente.

Cálculo dos dados:

Para o cálculo da taxa de crescimento semanal (TCS) foi utilizada a fórmula:

$$TCS = (P_F - P_I) / (T / 7)$$

Onde: P_F = peso final, P_I = peso inicial e T = intervalo de tempo entre biometrias sucessivas (dias).

Na determinação da taxa de sobrevivência final (S) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$S (\%) = (NFC / NIC) \times 100$$

Onde: NFC = número final de camarões, NIC = número inicial de camarões.

Para determinação da percentagem de crescimento semanal (PCS) foi utilizada a fórmula:

$$PCS (\% \times \text{semana}^{-1}) = 100 \times (P_f - P_i) / (T_F - T_I) / 7$$

Onde: P_f = biometria, P_i = biometria anterior, T_F = data da biometria, T_I = data da biometria anterior.

Para estimar a biomassa total de camarões produzidos (BTP) foi utilizada a fórmula:

$$BTP = (GP \times NTIS)$$

Onde: GP = ganho de peso = (peso final – peso inicial) e NTIS = número total de indivíduos sobreviventes.

Para estimar a produtividade (biomassa de camarões produzidos/m²) foi utilizada a fórmula:

$$PR = BTP / \text{área de fundo do viveiro em m}^2$$

A taxa de conversão alimentar aparente foi calculada através da seguinte fórmula:

$$TCA = QRF / BTP$$

Onde: QRF = quantidade de ração fornecida e BTP = biomassa total produzida.

Além dos dados acima, para uniformizar os dados de crescimento dos camarões, visto ter havido diferença estatística significativa ($p < 0,05$) nos pesos médios iniciais entre os tratamentos, foi utilizada a “taxa específica de crescimento em peso úmido” (TEC), a qual possui a seguinte fórmula:

$$TEC: (\% \text{ dia}^{-1}) = 100 \times (\ln P_F - \ln P_I) / T$$

Onde P_F e P_I são o peso vivo final e peso vivo inicial (g) dos camarões dentro de um intervalo de tempo (dias).

Os valores de peso final, taxa de crescimento semanal, biomassa produzida, sobrevivência e conversão alimentar nas repetições de cada tratamento foram analisados através do teste “*t*” de Student.

RESULTADOS

RESULTADOS DO PERÍODO DE BERÇÁRIO:

Depois de 145 dias de permanência no berçário, o peso médio dos camarões do tratamento crescimento compensatório (CC) passou de 0,03g para 0,64g, com crescimento semanal de 0,03 g, sobrevivência de 79,7%, taxa de conversão alimentar de 1,5, taxa específica de crescimento de 2,11% por dia e produtividade de 1,02 kg/m² (tabela 1). A temperatura média da água durante o período de berçário foi de 18,9°C, sendo a temperatura mínima de 9,5°C e a máxima de 24,1°C. A salinidade média para ambos os tratamentos foi 29.

Os camarões do tratamento crescimento normal (CN) permaneceram no berçário por dezesseis dias, passando de um peso médio inicial de 0,03g para 0,36g, com crescimento de 0,14g por semana, sobrevivência de 93%, conversão alimentar de 1,3, taxa específica de crescimento de 15,53% ao dia e produtividade de 0,67 kg/m² (tabela 1). No berçário dos camarões do tratamento CN, a temperatura média da água durante o período foi de 22,9°C, sendo a temperatura mínima de 21,3°C e máxima de 24,1°C.

Os resultados finais do período de berçário para ambos os tratamentos podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados finais, no período de berçário, para os tratamentos crescimento compensatório (CC) e crescimento normal (CN).

	Período de berçário	
	CC	CN
Dias de berçário	145	16
Peso médio inicial (g)	0,03	0,03
Peso médio final (g)	0,64 ± 0,31 ^a	0,36 ± 0,09 ^b
Sobrevivência (%)	79,7	93,0
Crescimento semanal (g)	0,03	0,14
TEC (% dia ⁻¹) *	2,11	15,53
Produtividade (kg/m ²)	1,02	0,67
TCA**	1,5	1,3

Taxa específica de crescimento (% de crescimento ao dia). *

Taxa de conversão alimentar. **

RESULTADOS DO PERÍODO DE ENGORDA:

Durante o período de engorda, os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo estes valores apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade de água para os tratamentos crescimento compensatório (CN) e crescimento normal (CC).

	CC			CN		
	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.
Temperatura manhã (°C)	24,90 ± 1,65	21,51	28,9	24,83 ± 1,61	21,47	28,12
Temperatura tarde (°C)	27,21 ± 1,80	22,75	31,8	27,46 ± 1,77	23,29	31,33
Oxigênio dissolvido manhã (mg/l)	5,76 ± 2,17	2,06	8,35	5,81 ± 1,56	4,13	8,59
Oxigênio dissolvido tarde (mg/l)	8,19 ± 2,45	3,54	12,46	8,18 ± 1,54	5,06	10,91
pH manhã	7,99 ± 0,20	7,55	8,31	8,14 ± 0,25	7,65	8,45
pH tarde	8,12 ± 0,18	7,77	8,46	8,29 ± 0,23	7,87	8,65
Salinidade	34 ± 2,58	32	38	36 ± 2,46	32	37
Transparência (cm)	45 ± 21,18	20	100	51 ± 27,25	20	100
Amônia total (mg/l)	0,46 ± 0,32	0,15	1,26	0,52 ± 0,46	0,15	1,15

Após 101 dias de cultivo, o peso médio dos camarões do tratamento crescimento compensatório (CC) passou de 0,64g para 8,46g. O peso médio dos camarões do tratamento crescimento normal (CN) aumentou de 0,36g para 6,72g. A sobrevivência no tratamento CC foi 76,0% e no tratamento CN foi 75,9%. O crescimento semanal dos camarões do tratamento CC foi de 0,54g/semana, os camarões do tratamento CN, tiveram crescimento semanal de 0,44g/semana.

Como houve diferença significativa ($p < 0,05$) no peso médio inicial de cada tratamento, utilizou-se a taxa específica de crescimento (TEC) com o objetivo de uniformizar os dados e permitir a comparação entre o crescimento dos camarões. Os valores da TEC mostraram crescimento não significativo dos camarões do tratamento CN, com crescimento diário de 4,09% e os camarões do tratamento CC tendo crescimento médio diário de 4,02%.

A diferença de produtividade entre os tratamentos foi significativa ($P < 0,05$), tendo o tratamento CC produtividade média de 1287 kg/ha, e o tratamento CN produtividade média de 1015 kg/ha. A taxa de conversão alimentar do tratamento CC foi maior que a conversão do tratamento CN.

Os resultados finais do período de engorda podem ser visualizados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados finais, no período de engorda, para os tratamentos crescimento compensatório (CC) e crescimento normal (CN).

	Período de engorda	
	CC	CN
Dias de cultivo	101	101
Peso médio inicial (g)	0,64 ± 0,31 ^a	0,36 ± 0,09 ^b
Peso médio final (g)	8,46 ± 0,16 ^a	6,72 ± 0,41 ^b
Sobrevivência nos viveiros (%)	76,0 ± 9,4	75,9 ± 13,9
Crescimento semanal (g)	0,54 ± 0,01 ^a	0,44 ± 0,03 ^b
TEC (% dia ⁻¹) *	4,02 ± 0,30	4,90 ± 0,05
Produtividade (kg/ha)	1287 ± 184 ^a	1015 ± 125 ^b
T.C.A.	1,66 ± 0,09 ^a	1,5 ± 0,22 ^b

*Taxa específica de crescimento. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Observam-se diferenças significativas ($p < 0,05$) nos pesos médios em todas as biometrias executadas, e também na biometria final, tendo os camarões do tratamento CC, nesta biometria, um valor 25% maior ($P < 0,05$) que o peso médio dos camarões do tratamento CN. Os valores de cada biometria podem ser visualizados na figura 5.

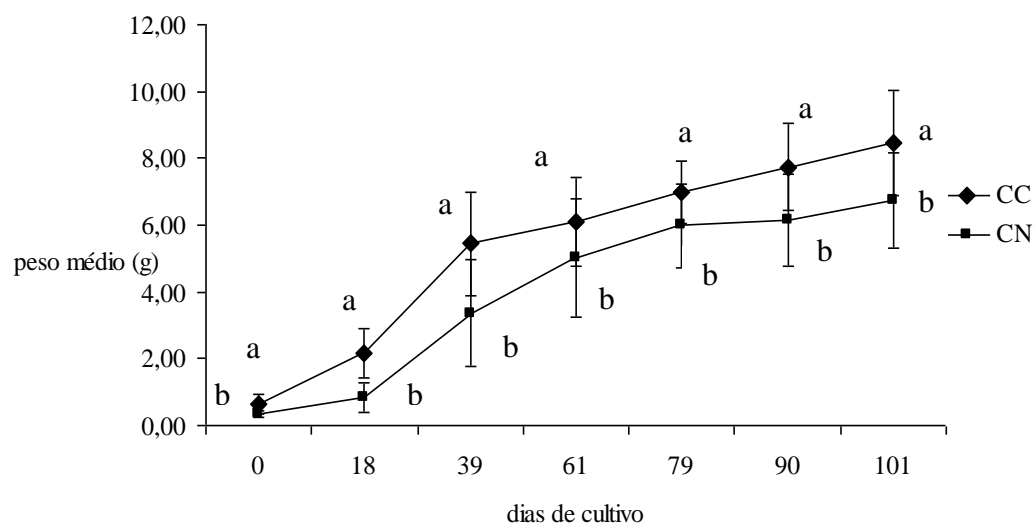


Figura 5. Pesos médios e desvio-padrão dos camarões criados em viveiros durante 101 dias. Letras diferentes nas colunas indicam que foi verificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Os valores de crescimento semanal também tiveram diferenças significativas entre tratamentos, bem como as produtividades finais, devido principalmente às diferenças dos pesos médios nas biometrias parciais e na biometria final. As taxas de conversão alimentar também tiveram diferenças significativas entre os tratamentos.

A figura 6 ilustra os valores da porcentagem de crescimento semanal dos camarões em cada biometria, em relação ao peso médio inicial, durante o período de engorda. Observa-se que a porcentagem de crescimento semanal dos camarões do tratamento CC foi superior apenas na primeira biometria, porém o crescimento foi significativamente inferior na segunda e da terceira até o final do período de engorda, as porcentagens de crescimento semanais se mantiveram praticamente idênticas.

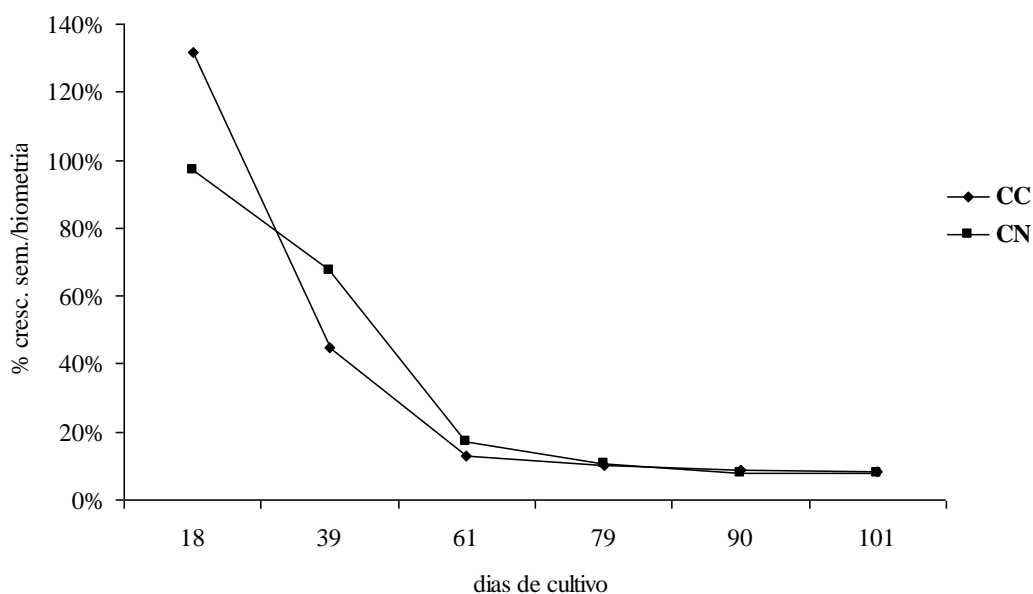


Figura 6. Porcentagem de crescimento semanal e desvio-padrão, em relação ao peso médio inicial, dos camarões nos tratamentos ao longo do período de engorda.

A “taxa específica de crescimento” (TEC) determina a porcentagem diária de crescimento dos camarões em cada tratamento durante o período de engorda. Observa-se uma taxa de crescimento maior para o tratamento CC apenas no início do período de engorda, porém a partir da segunda biometria a taxa de crescimento para o tratamento CN tornou-se superior, mantendo-se assim até o final do ciclo de cultivo. Os dados podem ser visualizados na figura 7.

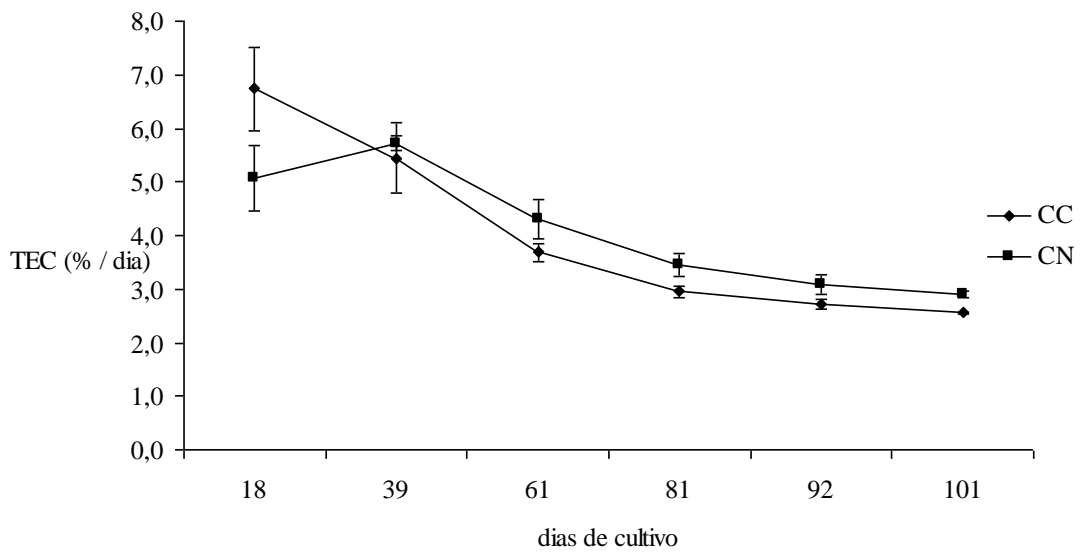


Figura 7. Taxa específica de crescimento (TEC) e desvio-padrão, em percentagem de crescimento dos camarões por dia, para os tratamentos CC e CN, ao longo do período de engorda.

DISCUSSÃO

Na América Latina, os camarões normalmente permanecem nos berçários aproximadamente dez a vinte dias (Garza de Yta 2004). No presente trabalho, os camarões pertencentes ao tratamento CC permaneceram no berçário durante 145 dias, tempo muito superior aos berçários utilizados comercialmente.

A temperatura média durante o período do berçário para o tratamento CC foi de 18,9°C, valor muito inferior da faixa ideal, que para a espécie oscila de 28 a 32°C (Van Wik & Scarpa 1999). Os camarões peneídeos são estenotérmicos, tendo poucas espécies prosperando abaixo da temperatura mínima de 15°C. O limite máximo situa-se em torno de 35°C (Dall *et al.* 1990)

A sobrevivência dos camarões no período de berçário pode ser considerada elevada (79,7%), levando em consideração o longo tempo de cultivo, a alta densidade de estocagem e também as baixas temperaturas suportadas pelos camarões durante todo o período. Normalmente, a sobrevivência em berçário, varia entre 70-80% (Stern & Letellier 1992), até valores de 89-93% (MOSS & MOSS 2004). Em relação ao crescimento dos camarões no período de berçário, a temperatura teve possivelmente um importante efeito, podendo ser evidenciado pela grande diferença na taxa específica de crescimento (TEC) entre os tratamentos, CC (2,11% ao dia) e CN (15,53% ao dia). Kumlu & Kir (2005) estudando consumo alimentar em relação a muda e sobrevivência de *Penaeus semisulcatus* durante o inverno, observaram uma tendência decrescente na TEC com a diminuição da temperatura de 22 para 14°C. Resultados similares foram por Hennig & Andreatta (1998) para *Farfantepenaeus paulensis*. Villarreal & Llamas (2005), analisando o efeito da temperatura no desenvolvimento larval do camarão *Farfantepenaeus californiensis*, concluíram que a duração de cada estágio larval foi inversamente relacionada com a temperatura. Outro fator que pode afetar negativamente o crescimento e a sobrevivência dos camarões no berçário é a densidade elevada, que normalmente resulta em uma combinação de vários fatores, entre os quais: diminuição na disponibilidade de espaço, diminuição nas fontes de alimentação naturais, aumento de comportamentos adversos como canibalismo, maior degradação da qualidade da água e acúmulo de sedimentos indesejáveis (Arnold *et al.* 2006; Kumlu & Kir 2005). No presente estudo, a densidade populacional elevada no berçário aparentemente não

afetou drasticamente a sobrevivência, mas pode ter contribuído para o baixo crescimento dos camarões.

Os peneídeos, como outros crustáceos, aumentam de tamanho em uma série de passos: um rápido crescimento por meio da ecdise seguido por um período de pouco ou nenhum crescimento até a próxima ecdise. O crescimento também é dependente do sexo, tamanho e também por fatores ambientais, tais como qualidade do alimento e quantidade, densidade populacional, luz, temperatura e salinidade (Dall *et al.* 1990).

Os camarões do tratamento CN permaneceram no berçário por apenas dezesseis dias, sendo cultivados em temperatura mais elevada que o tratamento CC, refletindo desta maneira os resultados de sobrevivência e principalmente crescimento, como demonstra a TEC com valor de 15,53% ao dia.

Durante o período de engorda, os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água não tiveram diferenças significativas entre os tratamentos. Os valores se apresentaram dentro da faixa recomendada para o cultivo e provavelmente não tiveram influência decisiva nos resultados finais dos tratamentos (Van Wik & Scarpa 1999).

A sobrevivência final no período de engorda para cada tratamento pode ser considerada normal, pois a mortalidade média foi de 1,38% por semana. Barbieri & Ostrensky (2002) reportam sobrevivência em torno de 63% de *L. vannamei* (mortalidade de 2,6% por semana) para viveiros de cultivo semi-intensivo, através de povoamento direto, em 100 dias de cultivo.

O crescimento durante a engorda pode ser considerado abaixo do normal, pois podemos encontrar valores em sistemas semi-intensivos de 0,94g por semana (Sandifer *et al.* 1993) e até 2,2g por semana em sistemas intensificados (Sandifer *et al.* 1987). Nos mesmos viveiros utilizados no presente trabalho, porém sem geomembrana[®], Peixoto *et al.* (2003) comparando desempenho entre espécies em sistema semi-intensivo (15 camarões/m²) encontraram valores de 0,84g/semana para *L. vannamei* e 0,78g/semana para *F. paulensis*. Um dos motivos que podem explicar o resultado do presente estudo: ausência da biota bentônica dos viveiros, pois estes foram revestidos com geomembrana. Anderson *et al.* (1987) observaram que os organismos bentônicos podem contribuir com até 77% do crescimento de *L. vannamei*. A quantidade de ração fornecida pode ter sido ligeiramente inferior ao necessário. A quantidade sugerida para

a faixa de tamanho no período de engorda seria de 10% da biomassa ao dia no início do ciclo, diminuindo até 4% da biomassa diária no final do ciclo (Jory 2001). Esta diminuição da quantidade fornecida de alimento teve o objetivo de manter a qualidade da água nas melhores condições físico-químicas possíveis, pois os viveiros operaram em sistema de renovação limitada de água e não foram utilizados equipamentos aeradores para incorporação de oxigênio. No entanto, a escolha de um sistema de produção com renovação limitada apresenta várias vantagens sobre os sistemas tradicionais baseados em renovação de grandes volumes de água: reduz os impactos ambientais devidos a descarga de efluentes; protocolos de biossegurança podem ser implementados para manejar possíveis vetores de doenças, fornece a possibilidade de montar empreendimentos de cultivo longe das regiões costeiras e diminuem os custos de energia elétrica (McAbee *et al.* 2003).

Os valores de taxa de crescimento normalmente costumam ser expressos em gramas por semana, facilitando o gerenciamento das fazendas de cultivo de camarões, pois podem ser facilmente convertidas para uma determinada unidade de referência. Em todas as biometrias, os pesos médios dos camarões apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para cada tratamento. Apesar dos pesos médios serem diferentes no início do experimento, é uma prática comum os autores utilizarem camarões de diferentes classes de tamanho em seus experimentos. Willians *et al.* (1996) realizaram experimentos de crescimento em *P. setiferus* e de *P. monodon*, com duração de 50 dias, utilizando camarões com peso médio inicial de 0,24 e 0,12 g respectivamente, Zelaya *et al.* (2007) em experimento de engorda com *L. vannamei* estocados com três diferentes idades, utilizou camarões com 0,001g, 0,01g e 0,016g, utilizando estocagem direta, 14 dias de berçário e 21 dias de berçário respectivamente. Portanto, no presente trabalho o ideal teria sido que ambos os tratamentos tivessem exatamente o mesmo peso médio no início do experimento. No entanto, não foi possível uma espera maior, pois haveria o risco da perda da época ideal de cultivo dos camarões nos viveiros, sendo que o período final da engorda coincidiria com a diminuição acentuada da temperatura no outono que normalmente ocorre no extremo sul do Brasil.

Com o sentido de refinar as informações obtidas no experimento, foi utilizada a percentagem de crescimento semanal (PCS) dos camarões, cujos valores forneceram melhor compreensão em relação ao ganho de peso em cada tratamento. Utilizando este

cálculo, foi observado maior crescimento do tratamento CC na primeira biometria. No entanto, na segunda biometria, diferente do que mostra o gráfico dos valores de peso médio, a percentagem de crescimento dos camarões do tratamento CN foi superior, e da terceira biometria até o final, as percentagens de crescimento foram idênticas entre os tratamentos.

Com o objetivo de complementar a análise dos resultados, além da utilização dos valores de peso médio e percentagem de ganho de peso, foi utilizada a “taxa específica de crescimento”, a qual forneceu a percentagem de crescimento diária dos camarões, em cada tratamento. Esta taxa é utilizada normalmente para estudos de crescimento compensatório após restrição alimentar e realimentação e também restrição protéica (Wu *et al.* 2001; Wu & Dong 2002); avaliação de taxas de crescimento em viveiros de cultivo (Ostrensky & Pestana 2000); estudos para avaliação de crescimento e sobrevivência em climas temperados (Kumlu & Kir 2005). Os valores da taxa específica de crescimento (TEC) foram maiores na primeira biometria para o tratamento CC. A partir da segunda biometria até a biometria final, os valores de crescimento diário foram superiores para o tratamento CN, sendo a diferença média final menor que 1%. Esse resultado corresponde a que Wu *et al.* (2001) encontraram estudando o efeito do crescimento compensatório de *F. chinensis* em regime de restrição alimentar, no qual logo após aumentar a oferta de alimento, depois de um período de restrição alimentar, a TEC do tratamento “crescimento compensatório” aumentou significativamente em relação ao tratamento controle.

Os resultados alcançados demonstraram a ocorrência do crescimento compensatório, tendo os camarões do tratamento CC uma taxa de crescimento superior ao tratamento CN no início do período de engorda, embora posteriormente a taxa de crescimento tenha diminuído. Em crustáceos, que possuem um exoesqueleto grande e sem capacidade de expansão, o crescimento é essencialmente um processo descontínuo. Há uma sucessão de mudas (ou ecdises) separada por períodos de intermuda durante todo o período de vida (Hartnoll 1982). O consumo dos camarões é muito afetado pelo período de muda, caracterizado perda de apetite antes e logo após a troca do exoesqueleto (Wu *et al.* 2001). Então parece ser razoável deduzir que a duração do período de crescimento compensatório seja interrompida por um período de jejum, para a realização da ecdise.

Os resultados revelam também a importante capacidade que *L. vannamei* possui de mesmo após um longo período de confinamento, em densidades elevadas e em condições de baixas temperaturas, quando colocado em um novo ambiente menos estressante, reagir e apresentar crescimento comparável aos indivíduos povoados diretamente.

Este procedimento de estocagem em berçário pode ser utilizado futuramente para o acondicionamento de camarões por longos períodos de tempo e em densidades elevadas, sendo que as baixas temperaturas e altas densidades podem servir de ferramentas para a diminuição da taxa de crescimento e manter a biomassa do sistema controlada. Os resultados também confirmam a possibilidade da manutenção de lotes de camarões em sistemas de berçários e possivelmente fracionar a estocagem. Com isso, torna-se possível para um produtor adquirir pós-larvas e iniciar uma seqüência de cultivos em diferentes datas, o que pode ser uma importante estratégia em termos comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, M, A NICIEZA & RJ WOOTTON. 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*. Vol. 4: 147-190.
- ANDERSON, RK, PL PARKER & A LAWRENCE. 1987. A C^{13} / C^{12} tracer study of the utilization of presented feed by a commercially important shrimp. *Journal of the WAS*. Vol. 18 (3): 148-155.
- ARNOLD, SJ, T MELONY, MJ SELLARS, PJ CROCOS & GJ COMAN. 2005. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate. *Aquaculture*. Vol. 246: 231– 238.
- ARNOLD, SJ, MJ SELLARS, PJ CROCOS & GJ COMAN. 2006. Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: An evaluation of stocking density and artificial substrates. *Aquaculture*. Vol. 261: 890–896.
- BARBIERI, R & A OSTRENSKY. 2002. Camarões Marinhos – Engorda. *Aprenda Fácil Ed*. Viçosa. Vol. 2. 370 pág.
- BOYD, C. 2003. Guidelines for effluent management at the farm level. *Aquaculture*. 226: 101-112.
- BROCK, JA, RB GOSE, DV LIGHTNER & K HANSON. 1997. Recent developments and an overview of Taura Syndrome of farmed shrimp in the Americas. *In*: TW Flegel & IH MacRae, editors. *Diseases in Asian aquaculture III*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila. Philippines. Pág: 275-284.
- CLIFFORD, HC. 1985. Semi-intensive shrimp farming. *In*: GW Chamberlain, MG Haby and RJ Miget, editors. Texas shrimp manual, an update on current technology. *Texas A&M University System*, College Station, Texas, EUA. Pág: 13-40.

CLIFFORD III, HC, 1998. Manejo de piscinas sembradas com camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. In: Jory, DE, editor. Proceedings, First Latin American Shrimp Farming Congress. Grupo de Ferias, Congressos y Eventos, Panamá.

DALL, W, BJ HILL, PC ROTH LISBERG & DJ STAPLES. 1990. Biology of the Penaeidae. JHS Blaxter & AJ Southward (eds). Advances in Marine Biology, vol 27. Academic Press, New York, 489 pág.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2007. El estado mundial de la pesca e acuicultura 2006. Fisheries Department Trends in Global Fisheries Production. Disponível na internet em <http://www.fao.org>.

FAST, AW. 1991. Marine shrimp growout conditions and strategies: a review and prognosis. *Rev. Aquatic. Sci.* Vol. 3: 357-399.

FEGAN, DF & HC CLIFFORD III. 2001. Health Management for viral diseases in shrimp farms. In: CL Browdy and DE Jory, editors. *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA. Pág. 168–198.

GARZA DE YTA, A, DB ROUSE & DA DAVIS. 2004. Influence of Nursery Period on the Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Under Pond Production Conditions. *Journal of the WAS*. Vol. 35(3): 357-365.

GRIFFIN, WL, JS HANSON, RW BRICK & MA JOHNS. 1981. Bioeconomic modeling with stochastic elements in shrimp culture. *Journal of the World Mariculture Society*. Vol. 12: 94–103.

HARTNOLL, RG. 1982. The Biology of Crustacea. Embryology, Morphology and Genetics. Growth. Pp. 111–196 in DE Bliss, ed. in chief. Vol 2. LG Abele, ed. Academic Press, New York, EUA.

HAYWARD, RS, DB NOLTIE & N WANG. 1997. Notes: use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. *Transactions of the American Fisheries Society*. Vol. 126: 316–322.

- HENNIG, OL & ER ANDREATTA. 1998. Effect of temperature in an intensive nursery system for *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967). *Aquaculture*. Vol.164 (1-4): 167-172.
- HIRONO, Y. 1983. Preliminary report on shrimp culture activities in Ecuador. *Journal of the World Mariculture Society*. Vol. 14:451-457.
- JOBLING, M, OH MELØY, JD SANTOS & B CHRISTIANSEN. 1994. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. *Aquaculture International*. Vol. 2: 75–90.
- JORY, D, TR CABRERA, DM DUGGER, D FEGAN, PG LEE, AL LAWRENCE, CJ JACKSON, RP McINTOSH & J CASTAÑEDA. 2001. A global review of shrimp feed management: status and perspectives. In: CL Browdy and DE Jory. *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, EUA. Pág: 104–152.
- KARPLUS, I, M ZORAN, A MILSTEIN, S HARPAZ, Y ERAN, D JOSEPH & A SAGI. 1998. Culture of Australian Red-claw Cray- fish (*Cherax quadricarinatus*) in Israel III. Survival in earthen ponds under ambient winter temperatures. *Aquaculture*. Vol.166: 259-267.
- KUMLU, M & M KIR. 2005. Food consumption, molting and survival of *Penaeus semisulcatus* during over-wintering. *Aquac. Research*. 36: 137-143.
- LAWRENCE AL. 1985. Marine shrimp culture in the Western Hemisphere. In: PC Rothlisberg, BJ Hill & DJ Staples, editors. *Second Australian National Prawn Seminar*. 22-26 October 1984. Cleveland, Queensland, Australia. Pág: 327-336.
- LAWRENCE AL & JV HUNER. 1987. Penaeid shrimp culture in the United States: a brief overview stressing species, seed production and growout. In: CJ Sinderman, editor. *Reproduction, maturation and seed production of culture species*. United States Department of Commerce, NOAA Technical Report, National Marine Fisheries Service 47. Pág: 31-41.

MCABEE, BJ, CL BROWDY, RJ RHODES & AD STOKES. 2003. The Use of Greenhouse-Enclosed Raceway Systems for the Super-Intensive Production of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States. *Global Aquaculture Advocate*. Vol. 6(4).

MCGRAW, WJ, DA DAVIS, D TEICHERT-CODDINGTON & DB ROUSE. 2002. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* post larvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. *Journal of the WAS*. 33: 78-843.

MERSMANN, HJ, MD MACNEIL, SC SEIDMAN & WG POND. 1987. Compensatory growth in finishing pigs after feed restriction. *J. Anim. Sci.* Vol. 64: 752–764.

MOSS, K & S MOSS. 2004. Effects of Artificial Substrate and Stocking Density on the Nursery Production of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the WAS*. Vol. 35(4): 536-542.

NAYLOR, RL, RJ GOLDBURG, JH PRIMAVERA, N KAUTSKY, MCM BEVERIDGE, J CLAY, C FOLKE, J LUBCHENCO, H MOONEY & M TROELL. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*. 45: 1017-1024.

NEW, MB & HR RABANAL. 1985. A review of the status of penaeid aquaculture in South East Asia. In: PC Rothlisberg, BJ Hill e DJ Staples, editors. *Second Australian National Prawn Seminar*, Cleveland, Queensland, Australia, 22-26 de outubro de 1984. Pág. 307-326.

OSTRENSKY, A & D PESTANA. 2000. Avaliação das taxas de crescimento de *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) em viveiros de cultivo. *Archives of Veterinary Science*. Vol. 5: 5-15.

PEIXOTO, S, W WASIELESKY & L LOUZADA. 2003. Comparative analysis of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* and pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme southern Brazil. *Journal of Applied Aquac.* Vol. 14(1/2): 101-111.

PRETTO, RM. 1983. *Penaeus* shrimp pond grow-out in Panama. JP McVey & JR Moore, editors. CRC handbook of mariculture, vol. 1. Crustacean aquaculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, EUA. Pág: 169-178.

QUINTON, JC & RW BLAKE. 1990. The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth-response in rainbow-trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Fish Biol.* Vol.37: 33–41.

SADEH, A, CR PARDY, WL GRIFFIN & AL LAWRENCE. 1986. Uncertainty consideration resulting from temperature variation on growth of *Penaeus stylirostris* in ponds. *Texas Journal of Science.* Vol. 38: 159–173.

SAMOCHA, TM & AL LAWRENCE. 1992. Shrimp nursery systems and management. In: J Wyban, editor. *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA. Pág: 87–105.

SAMOCHA, TM, J CORDOVA, T BLACHER & A WIND. 2000. High-density nursery of *Litopenaeus vannamei* in white spot infected area utilizing raceway system with limited water discharge in Ecuador. *Global Aquaculture Advocate.* Vol. 3: 66–68.

SANDIFER, PA, JS HOPKINS & AD STOKES .1987. Intensives culture potential of *Penaeus vannamei*. *Journal of the WAS.* 18(2): 94-100.

SANDIFER, PA, JS HOKINS & AD STOKES. 1988. Intensification of shrimp culture in earthen ponds in South Carolina: progress and prospects. *Journal of the WAS.* 19(4): 218-226.

SANDIFER, PA, JS HOPKINS, AD STOKES & CL BROWDY. 1993. Preliminary comparisons of the native *Penaeus setiferus* and Pacific *Penaeus vannamei* white shrimp for pond culture, in South Carolina, USA. *Journal of the WAS.* 24(3): 295-303.

SEIDMAN, ER & G ISSAR. 1988. The culture of *Penaeus semisulcatus* in Israel. *Journal of the WAS.* Vol. 19: 237-247.

SPANN, KM, RA DONALDSON, JA COWLEY & PJ WALKER. 2000. Differences in the susceptibility of some penaeid prawn species to gill-associated virus (GAV) infection. *Disease of Aquatic Organisms*. Vol. 42: 221-225.

STERN, S & E LETELLIER. 1992. Nursery systems and management in shrimp farming in Latin America. *In: J. Wyban, editor. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA.

STURMER LN, TM SAMOCHA & AL LAWRENCE. 1992. Intensification of Penaeid Nursery systems. Edited by AW Fast and LJ Lester, *editors*. *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Elsevier Science Publishing Company, Elsevier, New York, EUA. Pág: 321-344.

STURMER, LN & AL LAWRENCE. 1987. Intensive pond management strategies for nursery production of *Penaeus vannamei* juveniles. *Journal of the WAS*. Vol.18 (1):28A (Abstract).

SUMMERS, JD, D SPRATT & D ATKINSON. 1990. Restricted feeding and compensatory growth for broilers. *Poult. Sci*. Vol. 69: 1855–1861.

UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring – Intergovernmental Oceanographic Commission. Manual and Guides 12 – Paris. France.

VAN WIK, P & J SCARPA. 1999. Water Quality Requirements and Management. *In: P Van Wyk et al. (editores). Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Tallahassee, Florida, EUA. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. Pág: 141-162.

VILLARREAL, H & AH LLAMAS. 2005. Influence of temperature on larval development of pacific brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis*. *Aquaculture*. 249: 257-263.

WILLIAMS, AS, DA DAVIS & CR ARNOLD. 1996. Density-dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. *Journal of the WAS*. Vol. 27(1): 107-112.

WILSON, PN & DF OSBOURN. 1960. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Review*. Vol. 35: 324–363.

WU, L, S DONG, F WANG, X TIAN & S MA. 2001. The effects of previous feeding regimes on the compensatory growth response in Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. *Journal of Crustacean Biology*. Vol. 21(3): 559-565.

WU, L & S DONG. 2002. Effects of protein restriction with subsequent realimentation on growth performance of juvenile Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture*. Vol. 210: 343-358.

WYBAN, J, WA WALSH & DM GODIN. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*. 138: 267-279.

ZELAYA, O, DB ROUSE & DA DAVIS. 2007. Growout of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* stocked into production ponds at three different ages. *Journal of the WAS*. Vol. 38. N° 1: 92–101.