



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



**ESTRATÉGIAS PARA O CULTIVO DE *Litopenaeus*
vannamei (Boone, 1931) NO EXTREMO SUL DO
BRASIL**

DARIANO KRUMMENAUER

FURG
RIO GRANDE, RS.
2008

Fundação Universidade Federal do Rio Grande
Programa de Pós Graduação em Aqüicultura
Dissertação de Mestrado

**ESTRATÉGIAS PARA O CULTIVO DE *Litopenaeus*
vannamei (Boone, 1931) NO EXTREMO SUL DO
BRASIL**

Dariano Krummenauer

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Aqüicultura como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Aqüicultura

Orientador: Prof. Dr. Wilson Wasielesky Jr. (FURG)

Co-orientador: Prof. Dr. Ronaldo O. Cavalli (UFRPE)

Rio Grande – RS - Brasil

Fevereiro, 2008

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	8
OBJETIVOS.....	11
Referências Bibliográficas.....	12
CAPÍTULO I.....	15
Titulo autores e contatos.....	16
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados.....	23
Discussão.....	28
Agradecimentos.....	31
Referências Bibliográficas.....	32
Anexos.....	39
CAPÍTULO II.....	40
Titulo autores e contatos.....	41
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão.....	47
Agradecimentos.....	54
Referências Bibliográficas.....	55
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60

AOS MEUS FILHOS (Pedro e Val)

Apenas nesta manhã, eu vou sorrir quando vir o seu rosto, e rir mesmo sentindo vontade de chorar.

Apenas nesta manhã, eu vou deixar você escolher o que vai vestir, e sorrir e dizer o quanto você está ótimo.

Apenas nesta manhã, eu vou deixar a roupa para lavar de lado, pegar você e levá-lo ao parque para brincar.

Apenas nesta manhã, eu vou deixar a louça na pia e deixar você me ensinar a montar seu quebra-cabeça.

Apenas nesta tarde, eu vou desligar o telefone, manter o computador fora do ar e sentar-me com você no quintal e soltar bolhas de sabão.

Apenas nesta tarde, eu não vou me preocupar com o que você vai ser quando crescer.

Apenas nesta noite, vou segurá-lo em meus braços e contar-lhe uma história sobre como você nasceu e como eu amo você.

Apenas nesta noite, eu vou deixar você espirrar a água do banho e não ficar nervoso.

Apenas nesta noite, vou deixar você ficar acordado até tarde, enquanto ficamos sentados na soleira, contando todas as estrelas.

Apenas nesta noite eu vou me aconchegar ao seu lado por horas e perder meus shows favoritos na TV.

Apenas nesta noite, enquanto eu passar meus dedos entre seus cabelos enquanto você reza, eu vou simplesmente ser grato a Deus;

Por ter me dado o maior presente do mundo.

E, quando eu te dar um beijo de boa noite, eu vou te segurar um pouquinho mais forte.

Por um pouquinho mais de tempo.

E aí então eu vou agradecer a Deus por você.

E não pedir nada a Ele.

Exceto mais um dia.

AGRADECIMENTOS

*A minha mãe Ana, pelo incansável esforço e apoio nesses longos anos;
Agradeço a meu orientador "Mano", por todos esses anos de amizade,
orientação e principalmente por acreditar no meu trabalho;*

*Ao meu co-orientador Ronaldo Cavalli, pelas sugestões e amizade
nesses meus longos anos na EMA;*

*Aos membros da banca Dr. Silvio Peixoto e Dr. Luis Poersch pelas
sugestões e críticas que aprimoraram o presente trabalho;*

*Ao Eduardo e Geraldo pelo companheirismo no dia a dia do
laboratório;*

*Aos companheiros do Projeto Camarão, Charles, Tati, Diana, Cintia,
Maude, Marcio (Xicretinho), Gabi, Adriana, Talibã, Paula, Gustavo, Sabrina,
que transformaram os dias de trabalho em um ambiente de trabalho
extremamente agradável;*

*Aos colorados, Sr. Hermes Terra pela ajuda e sua alegria contagiante
e ao motorista Gilnei (Santa Casa, Bagual ou corno véio), pelas piadas e
barbeiragens;*

*Aos funcionários da EMA, Dona Enilda, Linamara, Sandrinho, Getulio e
Marcelo pelo apoio dado no dia a dia do laboratório;*

A Simone por ter me dado a maior alegria de minha vida;

A Andrea pela segunda alegria de minha vida;

*Aos meus irmãos Neve, Marcelo (Dona Zica), Marquito e Naoto pela
amizade que ficará pelo resto de nossas vidas;*

A Carol e Janaína, grandes amigas de dentro e fora da EMA;

*A Ana e Beronha, irmão e "médicos de plantão" pela amizade de
sempre e pela hospedagem do verão. Ahh!! E a Vera também pela ótima
recepção e os almoços inesquecíveis;*

*Ao Renato e Cris (Larus), pela amizade e por ter me suportado com
funcionário por alguns anos;*

*A Fê (Cassino), e a Fê (Santos) lindas amigas já fazem parte da minha
vida;*

*Não podia deixar de agradecer ao Cassino, por ser o lugar em que
passei ótimos e não tão ótimos momentos de minha vida, obrigado;*

RESUMO

Nos últimos anos a indústria do camarão cultivado vem passando por sérios problemas econômicos. O surgimento de enfermidades associados com um manejo inadequado dos produtores geraram uma redução da produtividade média brasileira. Entretanto, alguns investidores ainda vêem nesta atividade uma alternativa rentável e têm mantido contato com a Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG com a finalidade de obter informações sobre a viabilidade técnica e econômica da atividade para a região Sul do Brasil. As baixas temperaturas que ocorrem durante o outono e inverno no Rio Grande do Sul limitam os cultivos de camarões aos meses mais quentes. Os produtores devem saber claramente qual a estratégia a ser adotada para que o cultivo atinja rentabilidade. A oferta camarões em várias épocas do ano, principalmente quando se obtenha melhores preços de mercado é uma estratégia interessante do ponto de vista do produtor. Por outro lado os cultivos devem estar de acordo com os novos conceitos de uma aqüicultura responsável e ambientalmente correta. O presente estudo tem como objetivos, gerar subsídios para produzir camarão no extremo sul do Brasil, dentro dos novos conceitos de uma aqüicultura sustentável e ambientalmente correta. Contribuindo assim, para o desenvolvimento do cultivo de *Litopenaeus vannamei* no extremo sul do Brasil.

ABSTRACT

In the last few years commercial shrimp industry has been dealing with serious economical problems brought by inadequate management practices and the spread of viral diseases. These problems had great impact on the productivity of Brazilian shrimp farms. Albeit, some farmers still found shrimp culture as a profitable activity and have contacted researchers from Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG in order to search for solutions to improve the technical and economical viability for shrimp culture in Southern Brazil.

At Rio Grande do Sul, considerable low temperatures during winter and autumn restrict shrimp culture to the warmer months of the year. In order to increase profitability, shrimp farmers must determine the best strategy to utilize the warmer season. This must consider shrimp market price fluctuations throughout the year, which are close related with shrimp landings from artisanal fisheries in Patos Lagoon.

Another important aspect for the development of shrimp culture in our region is the appliance of environmental sound aquaculture practices. Therefore, this study aimed to produce basic information to develop shrimp culture industry in Southern Brazil considering the modern concepts of environmental friendly aquaculture.

INTRODUÇÃO GERAL

A aqüicultura é possivelmente o setor de produção de alimentos que apresenta o crescimento mais acelerado entre os outros setores de produção de alimentos de origem animal, sendo responsável por 43% da produção mundial de pescado para consumo humano (FAO, 2007). Mundialmente a taxa média de crescimento deste setor tem sido de 8,8% ao ano desde 1970, enquanto que no mesmo período a pesca apresentou um crescimento de 1,2%. Entre os grandes grupos de espécies cultivadas, o que mais cresceu foi o dos crustáceos, com uma taxa de 19,2% entre 2000-2004 (FAO 2007). No Brasil, não tem sido diferente. A partir da década de 90 a produção total da aqüicultura deu um salto de 30.000 toneladas para 246.183 toneladas em 2002 (Figura 1, FAO 2006).

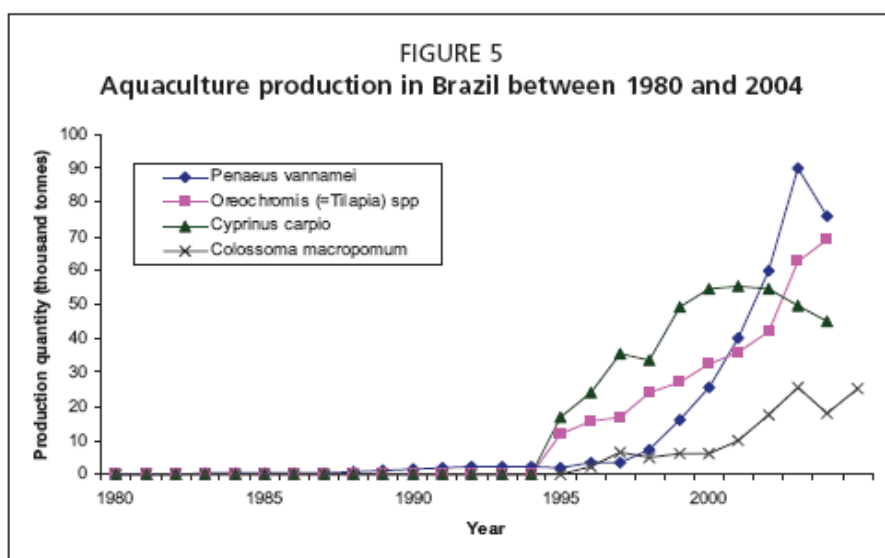


Figura 1. Produção total da aqüicultura no Brasil entre 1980 e 2004 (FAO, 2006).

As fazendas de camarão começaram a operar no Brasil durante a década de 80. Entretanto, somente a partir de 1995, após a introdução de *Litopenaeus vannamei*, a indústria apresentou um período de rápido desenvolvimento. Em 2003, o total da produção brasileira de camarão alcançou 90.190 toneladas, atingindo produtividades de até 8700 kg/ha/ano. Tornando-se um dos setores mais organizados da aqüicultura brasileira, quase que exclusivamente responsável pelo giro da balança comercial da pesca brasileira nos últimos cinco anos (FAO 2008).

Dentro deste novo contexto, a partir do sucesso do cultivo de *L. vannamei* no Nordeste, produtores da região Sul, principalmente de Santa Catarina, decidiram

introduzi-la no estado. A espécie foi introduzida na Região Sul do país em dezembro de 1997 (Ostrensky et al. 2000). Novamente, o *L. vannamei* obteve êxito e a área de cultivo naquele estado chegou a 800 ha, sendo a maioria dos produtores encontrada no município de Laguna (Roubach et al. 2003). O interesse pela atividade de cultivo de camarões em viveiros vem atingindo também o Rio Grande do Sul. Vários empresários têm mantido contato com a Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG com a finalidade de obter informações sobre a viabilidade técnica e econômica da atividade para a região (Peixoto et al. 2005).

Após alguns anos de acelerado crescimento, registrou-se no ano de 2004, pela primeira vez desde 1996, uma queda na produção brasileira de camarão: a produção caiu para 75.904 toneladas, o que representou uma diminuição de 15,84%. A produtividade também decresceu 24,83%, caindo de 6.084 kg/ha/ano para 4.573 kg/ha/ano. As exportações também foram reduzidas em 12,4%, caindo de US\$ 226 milhões para US\$ 198 milhões (ABCC 2005). Madrid (2005) relaciona essa desaceleração à redução de preços internacionais, pela dificuldade de licenciamento ambiental, redução das densidades de cultivo provocada pela descapitalização dos produtores, valorização do real a partir de outubro de 2002, pelas perdas de produção em função de fenômenos climáticos e por enfermidades como a NIM (Mionecrose Muscular) e por medidas comerciais protecionistas, tais como a ação “antidumping” dos Estados Unidos.

Em vista desta nova realidade, os carcinocultures brasileiros devem buscar alternativas que reduzam custos e, ao mesmo tempo, estejam de acordo com as novas demandas de uma aquíicultura responsável e ambientalmente correta. Desta forma, uma das novas estratégias de cultivo que vêm sendo desenvolvida é a redução de efluentes e o desenvolvimento de sistemas sem renovação de água ou com renovação limitada. Este sistema teve início nos anos 90 no Waddel Mariculture Center, Estados Unidos (Hopkins et al., 1993; Sandifer e Hopkins, 1996). Neste mesmo centro também foram desenvolvidas importantes pesquisas para o desenvolvimento dos cultivos em meio heterotróficos (Browdy et al., 2001). Alguns anos mais tarde estas tecnologias foram modificadas e adaptadas para produções comerciais em Belize, América Central (Boyd & Clay, 2002; Burford et al. 2003). Logo após foi aprimorada nos Estados Unidos uma nova geração de cultivos super-intensivos em escala comercial (Ogle et al. 2006).

Apesar destes estudos serem recentes, a utilização deste sistema de cultivo na região sul do Brasil apresenta um grande potencial (Wasielesky et al. 2007).

Para sua implementação tendo em vista algumas similaridades geográficas com a região do estado da Carolina do Sul nos Estados Unidos, O estado do Rio Grande do Sul está geograficamente entre as latitude 30 e 34°S, mesma latitude porém em hemisfério diferente. As duas regiões possuem características climáticas semelhantes e, portanto, limitações para os cultivos de camarões. Devido as temperaturas baixas durante o inverno. Tanto no sul do Brasil como em outros países que possuem clima subtropical/temperado é imprescindível o desenvolvimento de técnicas de cultivo que viabilizem o crescimento de espécies exóticas ou nativas ao longo do ano (Wasielesky et al. 2007). Em regiões como o sudoeste dos Estados Unidos, norte do México e da China, os cultivos de camarões se restringem aos meses mais quentes (FAO, 2006). No Rio Grande do Sul, as temperaturas reduzem o período de cultivo aos meses mais quentes (novembro a abril) (Peixoto et al. 2003). Com isso, os produtores devem saber claramente qual a estratégia a ser adotada para que o cultivo seja viável economicamente. O sucesso de um cultivo de camarão depende principalmente, se não exclusivamente, da sua rentabilidade. Uma estratégia interessante é a disponibilidade de camarões em várias épocas do ano, principalmente em meses do ano que se observam os maiores preços no mercado devido a pouca oferta do produto.

Sendo assim, a realização de berçários e engorda em ambientes fechados do tipo estufas (“greenhouses”) poderia favorecer o cultivo nas regiões sub-tropicais e/ou temperadas. Neste sistema, espera-se obter um resultado em indivíduos com maior media de peso ou até mês mo viabilizando a elaboração de duas safras anuais de camarões (Wasielesky et al. 2007)

OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo gerar subsídios para produzir camarão no extremo sul do Brasil. Contribuindo assim, para o desenvolvimento do cultivo de *L. vannamei* no extremo sul do Brasil.

Objetivos específicos

Avaliar a viabilidade econômica e o desempenho de *L. vannamei* cultivado em viveiros, em diferentes densidades e em dois sistemas de cultivo, dois ciclos de engorda consecutivos ou um ciclo prolongado.

Avaliar a possibilidade do cultivo superintensivo do camarão branco *L. vannamei* em meio heterotrófico no sul do Brasil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC. 2005. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Disponível em <http://www.abccam.com.br>.
- BOYD, C. E. and J.W. CLAY. 2002. "Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Superintensive Shrimp Aquaculture System". Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 17 p.
- BROWDY, C. L., BRATVOLD, D., STOKES, A. D., MCINTOSH, R. P., 2001. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 20–34.
- BURFORD, M. A., THOMPSON, P. J., MCINTOSH, R. P., BAUMAN, R. H., PEARSON, D. C., 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture* 219: 393-411.
- FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION of the UNITED NATIONS, 2008. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_brazil
- FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION of the UNITED NATIONS 2007. The State of World Fisheries and Aquaculture 2006 FAO Fisheries Department, Rome 198p.
- FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION of the UNITED NATIONS 2006. State of world aquaculture 2006. FAO Fisheries Department, Rome 147p.

- HOPKINS J. S., HAMILTON II R., D., SANDIFER P. A., BROWDY C. L., STOKES A., D. 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* 24: 304 – 320.
- MADRID, R. M. 2005. “Análise das exportações da carcinicultura brasileira de 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. Que fazer?” *Revista da ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão*. Ano 7. No 1.
- OGLE, J. T., FLOSENZIER, A. V, LOTZ, J. M.. 2006. USM-GCRL Large Scale Growout Marine Shrimp Production Facility. In Sea Grant Publication VSG-06-05. In: Proceedings The Sixth International Conference on Recirculating Aquaculture. July 21-23 2006. 6-13.
- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R., PEDINE, M. 2000. Situação atual da aqüicultura brasileira e mundial. In: W.C. Valenti (ed.) *Aqüicultura no Brasil, bases para um desenvolvimento sustentável*. CNPq/Ministério da Ciência e da Tecnologia. Brasília, 399 p.
- PEIXOTO, S., WASIELESKY, W., CAVALLI, R. O., SANTOS, M. H. S., POERSCH, L. H.. 2005. Diretrizes para o desenvolvimento responsável da carcinicultura na região do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil.. *Gerenciamento Costeiro Integrado*. 4: 1-4.
- PEIXOTO S., WASIELESKY, W. J., LOUZADA, L. J. 2003. Comparative Analysis of Pink Shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Culture in Extreme Southern Brazil. *J. Applied Aquac.* 14: 101-112.
- ROUBACH, R. E. S., CORREIA, S., ZAIDEN, R., MARTINO, C., CAVALLI, R. 2003. Aquaculture in Brazil. *World Aquaculture*. 34: 28-35.

SANDIFER, P., A., HOPKINS, S. 1996. Conceptual Design of a Sustainable Pond-based Shrimp Culture System *Aquacultural Engineering* 15: 41-52.

WASIELESKY, W. Jr., POERSCH, L. H., PEIXOTO, S. SOARES, R. B., CASTELLO, J. P., CAVALLI, R. O. 2007. Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos marinhos no estuário da lagoa dos patos, RS. In: *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos*. Organizadores Gilberto F. Barroso, Luís H. Poersch, Ronaldo Cavalli. Rio de Janeiro: Museu Nacional, (série livros; 26) 316p.

CAPÍTULO I

ANALISE DA VIABILIDADE DE DUAS SAFRAS NO CULTIVO DO CAMARÃO-BRANCO *Litopenaeus vannamei* EM VIVEIROS NO SUL DO BRASIL

O Presente capítulo segue as normas para publicação da revista Aquaculture.

Co-autores: Wilson Wasielesky Junior, Eduardo Ballester e Ronaldo O. Cavalli.

**ANALISE DA VIABILIDADE DE DUAS SAFRAS NO CULTIVO DO
CAMARÃO-BRANCO *Litopenaeus vannamei* EM VIVEIROS NO SUL DO
BRASIL**

Krummenauer, D., Wasielesky, W.Jr., Ballester, E. L. C., Cavalli, R. O.

Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Programa de Pós-graduação em
Aqüicultura. C.P. 474, Cep: 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.

e-mail: darianok@gmail.com

RESUMO

O sul do Brasil se caracteriza por apresentar temperaturas baixas durante o inverno, restringindo os cultivos de camarão aos meses mais quentes, que normalmente se estende de novembro a abril. Como qualquer outra atividade produtiva, o sucesso da carcinocultura depende principalmente, se não exclusivamente, da sua rentabilidade. Uma das estratégias para se aumentar a rentabilidade está na produção de pescado em épocas que o mesmo não esteja disponível no mercado, o que seria possível através da produção de duas safras anuais. A primeira despesca seria realizada no início do verão, época que coincide com o período de defeso da pesca comercial no RS, e uma segunda despesca durante o outono. Este trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade econômica e a performance de *Litopenaeus vannamei* cultivado em diferentes densidades e em dois sistemas de cultivo (dois ciclos de engorda consecutivos ou um ciclo prolongado). O experimento foi realizado em uma fazenda localizada no estuário da Lagoa dos Patos, RS. O delineamento experimental foi constituído por dois blocos de 9 cercados com 3 tratamentos (10, 25 e 40 camarões/m²) com 3 repetições cada. O primeiro bloco de gaiolas foi despescado após 75 dias e reestocados por mais 75 dias para simular o segundo ciclo de cultivo, no outro bloco de cercados foi simulado um ciclo longo de cultivo (150 dias). Ao final do experimento, a sobrevivência e o peso final variou de 79 a 91% e 6,67 a 14,53g respectivamente. A biomassa estimada por hectare variou de 742 a 4.227kg/há e peso final dos camarões (13.05 to 13.21g) resultando em altas produtividades (R\$ 12.915,00 a 20.599,00). A análise econômica indica de que a melhor estratégia de cultivo para a região sul do Brasil seja um ciclo longo de cultivo. No entanto, esta alternativa limita ao produtor oferecer o camarão somente uma vez por ano. Sendo assim, o presente estudo sugere a realização de estudos que considerem a disponibilidade de camarão em diferentes épocas do ano.

ABSTRACT

Considerable low temperatures naturally occur during winter and autumn at Southern Brazil, restricting marine shrimp culture to the warmer season (November to April). In order to better utilize this period shrimp farmers must consider the culture strategy regarding stocking densities and extent of culture cycles. Other important aspect associated with shrimp culture feasibility is shrimp farm price fluctuations. At Rio Grande do Sul – Brazil, shrimp market price is primarily regulated by native shrimp landings from Patos Lagoon estuary. This landings are restricted, by regulation, to shrimp fishing season which starts in February 1st. In order to avoid market competition with captured shrimp, farmers may consider the culture in two crops, harvesting the first crop before the start of the landing season and the second crop after the end of the landings, therefore achieving better marketable prices. Hence, the aim of this study was to evaluate shrimp performance and feasibility of *Litopenaeus vannamei* cultured at different densities in two management approaches: culture in two consecutive short cycles or culture in one longer cycle. The study was performed in a commercial shrimp farm located in the vicinity of Patos Lagoon estuarine area. The experimental design consisted of two sets of nine pens installed in an earthen pond. Each set was used for three treatments (10, 25 and 40 shrimp/m²) with three replicate pens. In one set of pens shrimp were harvested after 75 days and pens were restocked for another 75 days culture cycle to simulate a two crop culture system, in the other set of pens shrimp were cultured in one longer cycle (150 days). At the end of the trial shrimp survival and final weight ranged from 79 to 91% and 6.67 to 14.53g, respectively. Produced biomass per hectare and profitability were estimated from the results of each set of pens and shrimp price at harvest time. Feasibility analysis pointed towards the culture at higher densities (25 and 40 shrimp/m²) in one longer cycle, because produced biomass (2,274 to 4,227 kg/ha) and shrimp final weight (13.05 to 13.21g) resulted in higher profitability (US\$ 7,761.00 to 12,379.00). This result may vary according to catches of native shrimp and market situation at time of harvest, therefore farmers must consider these variables to define the production strategy.

1- INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria do camarão cultivado vem passando por sérios problemas econômicos, o surgimento de enfermidades associados com um manejo inadequado dos produtores geraram uma redução da produtividade média brasileira (Madrid, 2005). Entretanto o camarão é uma das commodities mais importantes entre os frutos do mar (FAO, 2003). Pesquisadores da Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, Brasil com a finalidade de obter informações sobre a viabilidade técnica e econômica da atividade para o estado do Rio Grande do Sul.

Os primeiros experimentos com *Litopenaeus vannamei* em viveiros de terra foram realizados na Estação Marinha de Aquicultura da FURG, foram testadas as densidades de estocagem entre 10 e 20 camarões/m². Após 120 dias de cultivo os camarões apresentaram peso médio final acima de 12g e sobrevivências superiores a 85% (Peixoto et al. 2003). Os resultados são comparáveis com os obtidos em outros estados brasileiros, o que capacita a região sul do Rio Grande do Sul a ser um importante centro no cultivo de camarão marinho.

No sul do Brasil a temperatura da água pode apresentar valores de 9°C durante o inverno (Baumgarten & Niencheski, 1990), restringindo os cultivos de camarão as estações mais quentes (novembro a abril). Além da temperatura, a densidade de estocagem é outro parâmetro que está associado ao desempenho dos camarões. (Naranjo-Paramo et al. 2004 & Li et al. 2007). Demonstrando que a densidade de estocagem é um dos mais importantes parâmetros que afeta a sobrevivência e o crescimento dos crustáceos, apresentando influência direta na biomassa final e na produtividade. (Wyban & Sweeney 1991). A relação inversa entre a densidade de estocagem e o crescimento e também entre a sobrevivência de peneídeos já foi demonstrada em várias espécies e diferentes fases por diversos estudos anteriores (Sandifer et al. 1993; Rodriguez et al. 1993; Wasielesky et al. 2001). Sabe-se então, que a densidade de estocagem afeta negativamente a sobrevivência e o crescimento de organismos cultivados. No entanto, menores densidades de estocagem resultam em menores produtividades. Portanto, é necessário que se faça a redução dos custos através da produção de biomassas maiores, dentro dos limites máximos de densidade de estocagem suportados pelos organismos e pelo ambiente (Allan & Maguire 1992).

Segundo Shang (1992), três fatores afetam esta rentabilidade: níveis de produção, custos de produção e preços de mercado. No extremo sul do Brasil, uma das estratégias para se aumentar os ganhos está na possibilidade de se colocar o pescado no mercado em uma época que o mesmo não está normalmente disponível. Isto seria possível através da produção de duas safras anuais de camarão, sendo a primeira despesca realizada no início do verão, época que coincide com o período de defeso da pesca comercial na Lagoa dos Patos, RS, e a segunda despesca durante o outono. Estratégia semelhante foi avaliada por Stokes et al. (2002) com *L. vannamei* sob duas densidades de estocagem na Carolina do Sul (EUA). Esta região localiza-se geograficamente a 32⁰N, enquanto o sul estado do Rio Grande do Sul localiza-se a 32⁰S, e apresentam condições climáticas semelhantes.

Portanto, este trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade econômica e a performance de *L. vannamei* cultivado em diferentes densidades e em dois sistemas de cultivo, dois ciclos de engorda consecutivos ou um ciclo prolongado.

2-MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Unidades Experimentais e Delineamento

O experimento foi realizado durante dezembro de 2003 a abril de 2004 na fazenda de cultivo de camarão Carcibrás, localizada no estuário da Lagoa dos Patos (São José do Norte, Rio Grande do Sul, Brasil) 31°56'23S 52°00'92W.

Dezoito cercados, (20 m² e altura de 1,5 m) confeccionados com malha de poliéster revestidas de PVC (SANSUY®) com abertura de 1,5 mm. Instaladas em um viveiro com área de dois hectares.

O delineamento experimental foi constituído por dois blocos de nove cercados com três tratamentos (10, 25 e 40 camarões/m²) e três repetições cada. Na primeira estocagem, em dezembro de 2003, foram estocados camarões em todas as unidades experimentais, sendo que, após 75 dias, nove cercados foram despescados para análise do crescimento e sobrevivência (ciclo curto 1 CC1). Novos camarões foram estocados a fim de simular uma segunda safra anual (ciclo curto 2 CC2). As nove unidades experimentais remanescentes permaneceram com camarões durante cerca de 150 dias até o outono, quando também foram despescados (ciclo longo CL) (Figura 1).

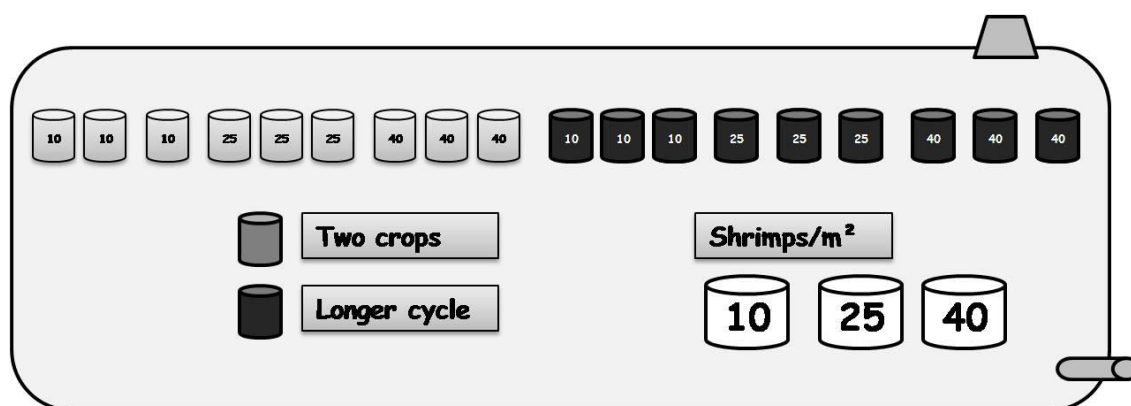


Figura 1. Modelo do delineamento experimental.

2.2 Aclimação e alimentação dos camarões.

Pós-larvas de *L. vannamei* adquiridas do laboratório AQUATEC, Rio Grande do Norte, foram mantidas no laboratório de Maricultura da FURG (EMA) durante 15 dias para aclimação. Nos tanques de pré-berçário, as pós-larvas (PL₁₀) foram alimentadas com ração específica para camarões marinhos na fase de berçário (CR40 - Purina[®]) durante 15 dias. Quando os camarões atingiram um peso médio 0,11 gramas, foram aclimatados de acordo com as condições de salinidade, temperatura, e alimentação encontradas no ambiente de cultivo, e transferidas para as unidades experimentais. As PLs estocadas no segundo ciclo foram adquiridas no mesmo laboratório e foram mantidas nas mesmas estruturas do primeiro ciclo até atingirem 0,17 gramas e serem transferidas para as unidades experimentais.

Durante o experimento os camarões foram alimentados quatro vezes por dia com uma ração comercial (35 % PB), em bandejas. A taxa inicial de arraçoamento foi de 10 % da biomassa total, sendo corrigida em função do consumo alimentar observado nas bandejas. Para a obtenção dos valores de conversão alimentar aparente foi considerado os dados de alimento total ofertado, subtraindo-se os restos das bandejas e os dados de incremento da biomassa.

A cada 15 dias, 50 camarões de cada cercado foram capturados, pesados em uma balança (precisão de 0,01g) e retornados aos respectivos cercados. No final de cada ciclo de cultivo, foi realizada a pesagem e contagem de todos os camarões em cada cercado para a determinação das taxas de sobrevivência. As taxas de crescimento semanal foram calculadas para cada período.

2.3 Monitoramento dos Parâmetros Ambientais.

O monitoramento da salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido foram realizados diariamente com termômetro de mercúrio, refratômetro manual e oxímetro digital (Handylab OX1 SCHOTT), respectivamente. Em intervalos de dois dias, foram determinados o pH e as concentrações de amônia. O pH foi determinado com pHmetro (Handylab 2 BNC SCHOTT), enquanto a amônia foi determinada por UNESCO (1983).

2.4 Análise Estatística.

Os dados de sobrevivência e peso final dos camarões em cada tratamento foram submetidos à análise de variância (ANOVA), levando-se em consideração as premissas necessárias. Sendo detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey. Baseadas nestes resultados foram calculadas as biomassas finais obtidas em cada densidade de estocagem. Para satisfazer os pressupostos da ANOVA, os resultados de sobrevivência foram transformados pelo arco-seno da raiz quadrada.

2.5 Análise econômica

Os lucros alcançados em cada uma das diferentes densidades nos dois tratamentos foram submetidos à análise econômica. Para esta análise, utilizaram-se valores reais fornecidos pela administração da fazenda Carcibrás na época em que foi realizado o experimento, sendo considerado o preço de venda dos camarões nas diferentes classes de tamanhos, enquanto o rendimento bruto (valor de venda do camarão) foi calculado a partir da multiplicação da biomassa estimada por tratamento nas diferentes densidades pelo valor do quilo do camarão nas diferentes classes de tamanho (conforme o peso final médio alcançado em cada densidade).

Para o cálculo dos custos fixos (depreciação), foram considerados as seguintes taxas anuais: aeradores, 10%; comportas, 5%; taludes, 5%; rede elétrica, 10%; demais equipamentos (oxímetros, ph metro, salinômetro, bandejas, tarrafas, redes, estacas, caixas, etc.), 20%.

Posteriormente aos cálculos dos custos do cultivo, estes valores foram descontados do rendimento bruto, chegando a uma estimativa do rendimento líquido por hectare nas diferentes densidades de estocagem. Todos os valores são expressos em

Real (R\$) e a cotação oficial do Dólar americano (US\$) na época da realização do experimento era de US\$ 1 = R\$ 2,94.

A metodologia para o cálculo do rendimento foi baseada nos trabalhos realizados por Shang (1992) e Finco et al. (2004).

3. RESULTADOS

As temperaturas registradas ao longo do experimento podem ser visualizadas na figura 2.

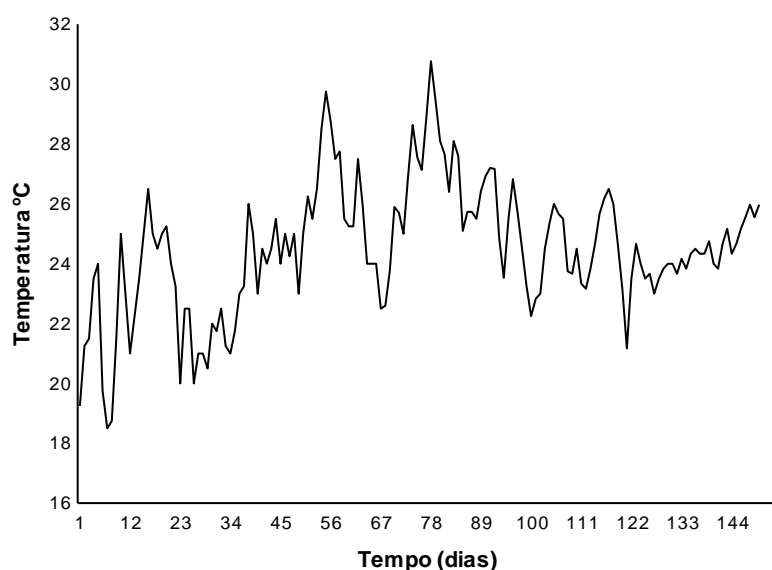


Figura 2. Variação da temperatura ao longo do experimento.

A temperatura média da água superficial no viveiro durante o período do experimento foi de 24,5 °C. A salinidade média foi de 9,9. Os valores médios, máximos e mínimos dos parâmetros ambientais medidos no decorrer do experimento estão representadas na tabela 1.

Tabela 1. Valores médios, máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos da água durante os 150 dias de experimento.

	Média (dp)	Máxima	Mínima
Temperatura (°C)	24,5 ($\pm 2,2$)	30,7	18,5
Oxigênio (ppm)	3,48 ($\pm 1,32$)	6,7	1,1
Salinidade	9,9 ($\pm 4,3$)	16	4
pH	7,47 ($\pm 0,42$)	8,7	6,7
Amônia (mg/L)	0,59 ($\pm 0,31$)	1,00	0,02
Secchi (cm)	49,82 ($\pm 22,67$)	100	16

Os valores de oxigênio decresceram no decorrer do experimento, esta variação pode ser observada na figura 3.

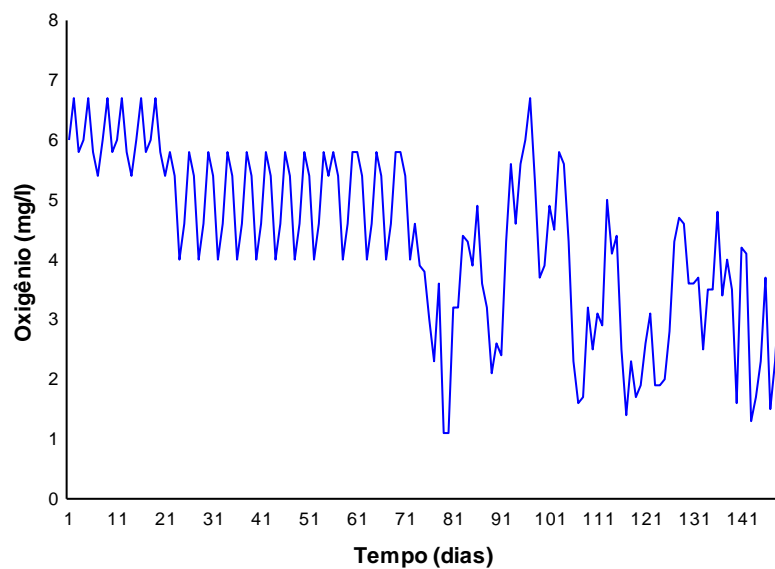


Figura3. Variação do oxigênio ao longo do experimento.

As médias de sobrevivência nos diferentes tratamentos variam entre 79 e 94%, mas não apresentam diferenças significativas entre si ($p>0,05$). Os pesos médios finais registrados no final do experimento variaram entre 6,67 e 14,53g entre as diferentes densidades. Foram detectadas diferenças significativas ($p<0,05$) entre os pesos finais nas diferentes densidades (Tabela 2).

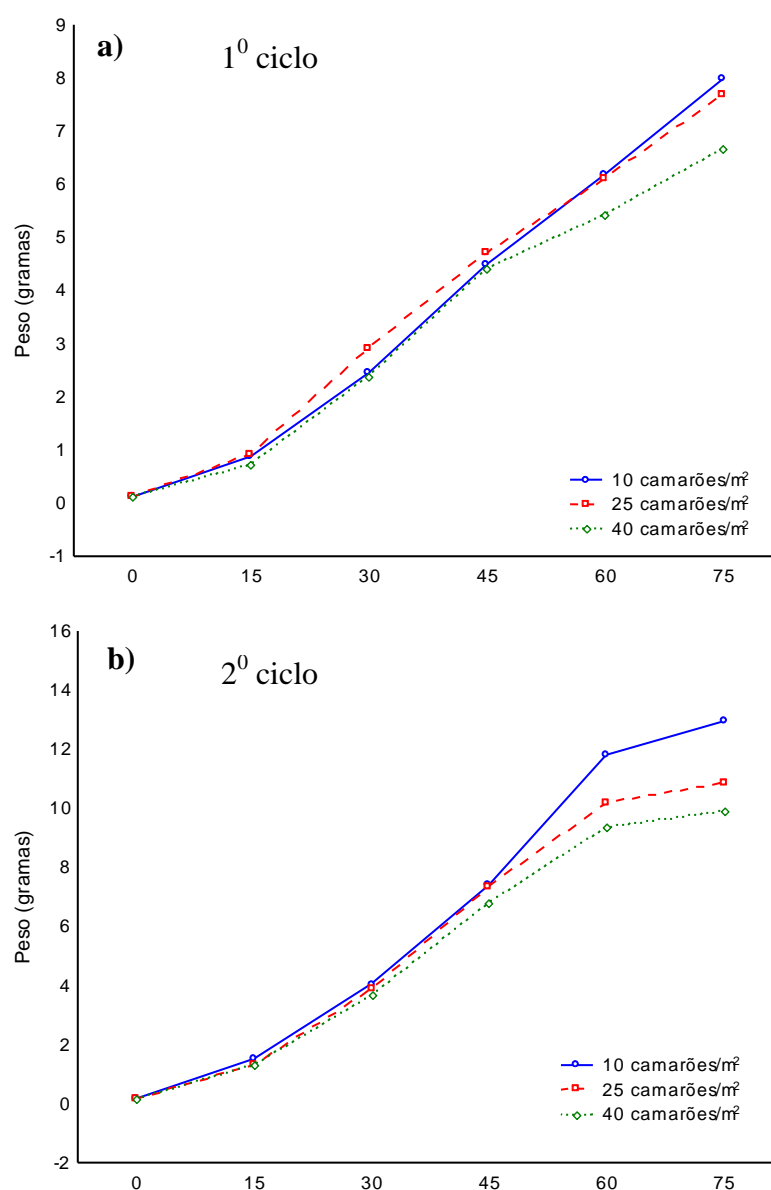
Tabela 2. Média (\pm desvio padrão) do peso inicial, peso final, taxa de crescimento semanal (TCS), sobrevivência (%), biomassa final por cercado, produtividade final por hectare e taxa de conversão alimentar aparente (TCA) no cultivo de *Litopenaeus vannamei* durante 150 dias.

	Ciclos curtos						Ciclo longo		
	Primeiro ciclo			Segundo Ciclo			10	25	40
	10	25	40	10	25	40			
Densidade	10	25	40	10	25	40	10	25	40
Sobrevivência	93 ^a \pm 3.0	86 ^a \pm 5.5	82 ^b \pm 4.5	94 ^a \pm 4.2	91 ^a \pm 2.0	79 ^b \pm 6.0	91 ^a \pm 3.0	84 ^a \pm 3.6	80 ^b \pm 5.5
Peso inicial	0,12 \pm 0,05	0,12 \pm 0,05	0,12 \pm 0,05	0,17 \pm 0,16	0,17 \pm 0,16	0,17 \pm 0,16	0,12 \pm 0,05	0,12 \pm 0,05	0,12 \pm 0,05
Peso final	7,98 ^a \pm 1,14	7,67 ^a \pm 1,05	6,67 ^a \pm 0,82	12,94 ^b \pm 1,77	10,88 ^c \pm 1,62	9,34 ^d \pm 1,61	14,53 ^e \pm 1,85	13,05 ^f \pm 1,86	13,21 ^f \pm 1,78
TCS	0,73 ^a \pm 0,06	0,70 ^a \pm 0,06	0,61 ^a \pm 0,05	1,19 ^b \pm 0,10	0,99 ^c \pm 0,09	0,85 ^d \pm 0,53	0,67 ^e \pm 0,04	0,60 ^f \pm 0,02	0,61 ^f \pm 0,02
Biomassa final	1,4 ^a \pm 0,21	3,2 ^b \pm 0,28	4,3 ^c \pm 0,21	2,4 ^d \pm 0,16	4,9 ^e \pm 0,26	5,9 ^e \pm 0,26	2,6 ^f \pm 0,17	5,4 ^g \pm 0,26	8,4 ^h \pm 0,34
Produtividade	742	1.649	2.187	1.220	2.475	2.951	1.322	2.740	4.227
TCA	2,03	2,27	2,43	1,72	1,86	1,92	1,94	2,03	2,12

* Letras iguais numa mesma linha indicam que não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$).

De acordo com os resultados de sobrevivência e crescimento foram estimadas as biomassas por cercado e, posteriormente, transformadas em produtividade, as quais variaram de 742 a 4.227 kg/ha. As taxas de conversão alimentar aparente nas diferentes densidades de estocagem variaram de 1,72 a 2,27. Estes resultados estão detalhados na tabela 2.

As médias dos pesos dos camarões nos diferentes tratamentos nas diferentes densidades de estocagem ao longo do experimento são apresentadas na figura 4.



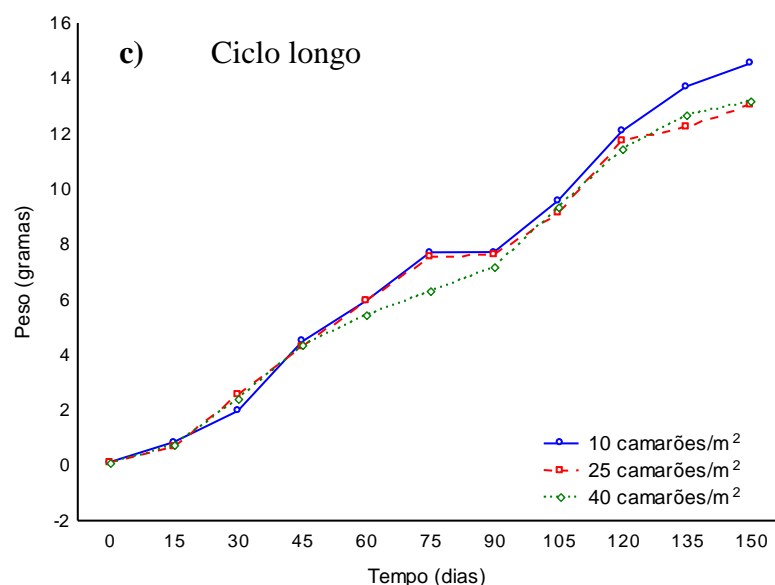


Figura 4. Crescimento dos camarões nas diferentes densidades de estocagem ao longo do experimento. a) crescimento no tratamento do primeiro ciclo ao longo de 75 dias de cultivo (tratamento 1). b) crescimento no segundo ciclo ao longo de 75 dias de experimento (tratamento 2). c) crescimento em um único ciclo ao longo de 150 dias de experimento (tratamento 3).

Os valores de mercado do camarão variam de acordo com a oferta do mercado, na tabela 3 observamos os valores no período de dezembro de 2004 e de abril de 2005.

Tabela 3. Classificação por peso (g) e preços do camarão no período de realização do experimento (dezembro de 2004 - abril de 2005).

Tamanho (gramas)	Dezembro 2004	Abril 2005
	R\$	R\$
6-7	7,83	5,80
7-8	8,77	6,50
8-9	9,12	6,61
9-10	10,34	7,39
10-11	11,48	8,17
11-12	12,53	8,95
12-13	14,59	9,73
13-14	15,75	10,51
14-15	16,93	11,29

Fonte: Fazenda Carcibrás.

Os rendimentos líquidos estimados para as diferentes densidades nos tratamentos de um ou dois ciclos são apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Densidade de estocagem (camarões/m²), produtividade (kg/ha), lucro bruto por hectare (R\$), custos variáveis (R\$), custos fixos (R\$) e lucro líquido estimado por hectare.

Densidade	Safra	Produtividade	Lucro bruto/ ha	Custos variáveis	Custos fixos	Lucro líquido
10	CC	1.962	17.626,00	9.926,99	1.364,00	6.335,01
25	CC	4.124	31.120,64	21.345,09	1.964,00	7.811,55
40	CC	5.138	36.263,90	29.690,49	2.364,00	4.209,41
10	CL	1.322	14.925,38	7.067,02	1.364,00	6.494,36
25	CL	2.740	28.797,40	13.918,30	1.964,00	12.915,10
40	CL	4.227	44.425,77	21.461,86	2.364,00	20.599,91

Fonte: Fazenda Carcibrás, Associação Gaucha de Criadores de Camarão, Companhia Estadual de Energia Elétrica e Purina.

1 US\$ = 2.94 (Fonte: Banco Central do Brasil)

4. DISCUSSÃO

A temperatura afeta diretamente o metabolismo, consumo de oxigênio, crescimento e sobrevivência dos crustáceos (Lowery, 1988; Lester & Pante, 1992; Coman et al, 2002; Quing-Lu et al., 2007). O camarão branco *L. vannamei* pode sobreviver a uma ampla faixa de temperatura (15-35°C), embora sua faixa de crescimento se situe entre 24- 35°C e a faixa ideal, em 28-32°C (Van Wyk & Scarpa, 1999). Ponce-Palafox et al. (1997), analisando o efeito de diferentes temperaturas no crescimento de *L. vannamei*. observaram que os camarões apresentaram relativa imobilidade e diminuiram o consumo alimentar com temperaturas a 20°C. Peixoto et al. (2003) reportam uma redução no crescimento de *L. vannamei* quando a temperatura ficou abaixo de 19°C. Durante as primeiras semanas do presente trabalho a temperatura decresceu até 18°C, certamente afetando o crescimento dos camarões, o que pode ter refletido nas taxas de crescimento semanal dos camarões, entretanto os valores registrados permaneceram dentro da faixa de tolerância da espécie, não afetando assim a sobrevivência dos camarões.

Segundo Zhang (2006), o oxigênio dissolvido é o fator determinante para o sucesso de um cultivo de camarão e são recomendadas concentrações de oxigênio dissolvido acima de 5mg/l (Boyd, 1989; Van Wyk & Scarpa, 1999; McGraw et al. 2000; Cheng et al. 2003; Zhang et al. 2006). Por outro lado, concentrações abaixo de 2,8mg/l podem causar hipoxia nos crustáceos, afetando o crescimento, sobrevivência, alimentação e a capacidade de osmorregulação (Allan & Maguire, 1991; Wannamaker

& Rice, 2000; Mugnier & Soyez, 2005). Hopkins et al. (1991) relatam que o nível letal para *L. vannamei* seria de 1mg/l. Desta forma, os valores registrados neste trabalho ficaram próximo do nível letal da espécie e podem ter afetado o crescimento e sobrevivência dos camarões. Outros parâmetros de qualidade de água monitorados durante o experimento (pH, salinidade e amônia) permaneceram dentro dos limites satisfatórios para o cultivo de *L. vannamei* (Van Wyk & Scarpa, 1999; Lin & Chen, 2001).

O presente trabalho demonstrou a correlação negativa do crescimento com a densidade de estocagem observados em outros estudos com *L. vannamei* (Sandifer et al. 1993; Moss & Moss, 2004) e também para outras espécies (Martin et al. 1998; Wasielesky et al. 2001; Coman et al. 2004). Os pesos médios finais diferiram significativamente entre si, com exceção no primeiro ciclo (CC1), possivelmente pelas baixas temperaturas registradas no início do experimento. Assim como o crescimento, a sobrevivência também foi inversamente proporcional à densidade de estocagem no presente trabalho, embora não tenham diferido significativamente entre as densidades de 10 e 25 camarões/m².

Além disso, a sobrevivência ficou acima de 79% em todos os tratamentos. Sandifer et al. (1987) registraram taxas de sobrevivência de 66, 68 e 63% nas densidades de 10, 20 e 40 /m². Altas taxas de sobrevivência registradas no presente trabalho podem ser decorrentes do emprego de tecnologias mais avançadas que as empregadas na época em que foram realizados os trabalhos citados. Além disso, a malha dos cercados permite o desenvolvimento de biofilme, podendo ter contribuído para o desempenho do camarão. Este efeito dos substratos foi observado em outros estudos com camarões peneídeos (Bratvold & Browdy, 2001; Moss & Moss, 2004; Ballester et al, 2007) e sugerem que a utilização de substratos podem ser uma ferramenta interessante que pode ser aplicado no sistema de cultivo proposto.

As taxas de conversão alimentar (TCA) registrados neste trabalho variaram entre 1,72 e 2,43 e são similares as registradas para o cultivo de *L. vannamei*. Valderrama & Engle (2002) encontraram taxas que variaram de 1,42 a 4,07 no cultivo de *L. vannamei* em sistemas semi-intensivos. Já Garza de Yta et al. (2004) registraram TCA de 1,97 a 2,12 com camarões cultivados nas densidades de 10,20 e 30 camarões/m². Mais uma

vez, a presença de substratos e biofilme pode ter contribuído para o baixo TCA registrado neste estudo.

Tanto a biomassa final como a produtividade (kg/ha) são fatores de extrema importância para os produtores, pois, de forma geral, tem uma relação direta com os lucros alcançados pelo cultivo. Em 2006, a produtividade da carcinicultura brasileira foi de 4.276 kg/ha/ano (ABCC, 2007). Estes valores são semelhantes aos reportados para cultivos semi-intensivos por outros autores, como, por exemplo, Samocha et al. (2004) em estudo realizado no Estado do Texas (EUA) que possui clima tropical, com estações bem definidas, como a região que foi realizado o presente estudo, observaram valores que variaram entre 1.777 e 3.540 kg/ha/ciclo para cultivos de *L. vannamei* nos Estados Unidos. Garza de Yta et al. (2004) analisaram a influência do berçário no período de produção de *L. vannamei* em sistemas semi-intensivos e relataram produtividades acima de 3.500 kg/ha/ciclo. Para outras espécies, como *P. monodon* os valores não são diferentes. Mohanty (2001) registrou 3.120 kg/ha/ciclo. Enquanto Kasai et al. (2005) registraram produtividades de 4.300 kg/ha/ciclo.

A baixa produtividade registrada no CC1 pode ser atribuída às baixas temperaturas que comumente são registradas nos meses de primavera no sul do Brasil. As baixas temperaturas podem ter sido responsáveis pelos baixos lucros estimados para este tratamento. Contudo, acredita-se que a utilização de berçários intensivos em estufas seja uma estratégia que possa viabilizar uma segunda safra. Esta estratégia pode ampliar o período de cultivo. Segundo Kumlu & Klr, (2005) O uso de berçários em estufa possibilita produzir duas safras anuais em regiões de clima temperados e subtropicais. Zelaia et al. (2007) observaram que a utilização de berçários em ambientes fechados (“indoor”) resultou em produtividades maiores do que com a estocagem direta. Mishra et al. (2008) demonstraram a viabilidade de berçários intensivos em estufas com baixa renovação de água. Estes autores observaram boas taxas crescimento, sobrevivência e alta produtividade. Portanto, acredita-se que esta estratégia possa reduzir o período de engorda dos camarões cultivados aumentando assim o tempo de cultivo na região.

Em termos de viabilidade, a intensificação dos cultivos aumenta não só o rendimento total, mas também os riscos e os custos de produção total por unidade de área. Por outro lado, os custos de produção por unidade (kg) de camarão podem diminuir em um primeiro estágio e depois de certo nível de rendimento aumentar

(Hirasawa, 1988). Estes custos variam de acordo com as técnicas de produção utilizadas, níveis de aeração, número de safras por ano, utilização ou não de berçário, densidades de estocagem utilizadas, etc. (Lambregts, 1993). Segundo Ahmed et al. (2008) os dados de produção podem auxiliar os produtores a tomar decisões e ajustar os sistemas de produção determinando o melhor preço para o produto final. A última medida de variabilidade econômica de uma operação comercial é o seu lucro. A rentabilidade é parte da produtividade, mas também está sujeito a fatores econômicos, como custo de produção e preços de mercado (Yu et al. 2006).

No presente trabalho a análise econômica dá indícios de que a melhor estratégia de cultivo para a região sul do Brasil seja a utilização de densidades mais altas (25 e 40 camarões/m²) em um ciclo longo de cultivo, onde o produtor possa obter camarões de maior peso e com melhores preços de mercado. No entanto, esta alternativa limita ao produtor oferecer o camarão somente uma vez por ano, geralmente as colheitas coincidem com a safra local de camarão, quando os preços de mercado são menores. A produção de camarões na área em estudo é grandemente influenciada pela extrema variabilidade das safras anuais de camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) juvenil do estuário da Lagoa dos Patos. Sendo realizada durante o verão e início do outono (D’Incao et al. 2002). Por outro lado, em anos em que a captura de camarão pela frota artesanal seja alta, os preços de mercado podem ser baixos e afetar a viabilidade do cultivo. Desta forma, os produtores devem considerar a situação da pesca artesanal todos os anos, para assim definir a estratégia ideal de cultivo. Embora os resultados do presente trabalho sugiram o ciclo longo de cultivo, sugerimos aos produtores considerar a utilização de sistemas de berçários em estufa como uma ferramenta para ciclos de cultivos relativamente curtos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro durante o mestrado, ao proprietário da fazenda Carcibrás Danilo Faria e aos funcionários Toninho, Seu Zé e Seu Nilton. Angela Milach, Gustavo Martinez, Ester, Victor, Tito Pisseti, Leonardo e Artur Preto pela ajuda nos 150 dias de experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.B.C.C., 2007. Associação Brasileira de Criadores de Camarão (Brazilian Shrimp Farmers Association) <http://www.abccam.com.br/estat24.htm>.
- AHMED, N., AHAMMED, F., BRAKEL M. V. 2008. An Economic Analysis of Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, Farming in Mymensingh, Bangladesh. Journal of the World Aquaculture Society 39, 37–50.
- Allan, G. L., Maguire, G. B., 1992. Effects of stocking density in production of *Penaeus monodon* (Fabricius) in model farming ponds. Aquaculture 107, 49-66.
- Ballester, E. L. C., Wasielesky, W. Jr., Cavalli, R. O., Abreu, P. C., 2007. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. Aquaculture 269, 355–362.
- Baumgarten, M. G. Z., Niencheski, L. F., 1990. O estuário da Laguna dos Patos: variações de alguns parâmetros físico-químicos da água e metais associados ao material em suspensão. Ciência e Cultura 42, 390-396.
- Boyd C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquaculture Departmental Series N^o. 2. Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, 83 pp.
- Bratvold, D., Browdy, C.L., 2001. Effects of sand sediment and vertical surfaces (Aquamats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. Aquaculture 195, 81–94.
- Coman, G. J., Crocos, P. J., Preston N. P., Fielder, D., 2004. The effects of density on the growth and survival of different families of juvenile *Marsupenaeus japonicus* Bate. Aquaculture 229, 215-223

- Coman G. J., Crocos, P. J., Preston, N. P., Fielder, D., 2002. The effects of temperature on the growth, survival and biomass of different families of juvenile *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture* 214, 185–199
- Cheng, W., Liu, C. H., Kuo, C. M., 2003. Effects of dissolved oxygen on hemolymph parameters of freshwater giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture* 220, 843–856.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2003, <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/FISHPLUS.asp>.
- Finco, M. V. A., Abdallah, P. R., Wasielesky, W. J., 2003. Viabilidade econômica do cultivo de camarão em gaiolas e cercados como alternativa de renda à pesca artesanal. *Estudos & Debate* 10, 111-124.
- Garza de Yta, A., Rouse, D., Avis, D. A., 2004. Influence of nursery period on shrimp production. *Journal of the World Aquaculture Society* 35, 357-365.
- Hirasawa, Y., 1988. Shrimp Culture Economics in Asia: Presented at the seventh Session of the IPFC Working Party of Experts on Aquaculture. FAO. Bangkok.
- Hopkins, J. S., Stokes, A. D., Browdy, C. L., Sandifer, P.A., 1991. The relationship between feeding rate, paddle-wheel aeration rate and expected dawn dissolved oxygen in intensive shrimp ponds. *Aquaculture Engineering* 10, 281–290.
- Kasai, C., Nitiratsuwan, T., Baba O., Kurokura, H., 2005. Incentive for shifts in water management systems by shrimp culturists in southern Thailand. *Fisheries Science* 71, 791–798.
- Kumlu, M., Kır, M. r., 2005. Food consumption, moulting and survival of *Penaeus semisulcatus* during over-wintering. *Aquaculture Research* 36, 137-143.

- Lambregts, J. A. D., Thacker, S. G., Wade, L., 1993. Economic evaluation of different stocking densities for various sized in Texas. *Journal of the World Aquaculture Society* 24, 12-22.
- Lester, L. J., Pante, M. J. R., 1992. Penaeid Temperature and Salinity Responses In: Fast, A. W., Lester, L. J. (Eds.), *Marine shrimp culture: principles and practices*. Elsevier Amsterdam, pp. 515-534.
- Li, X., Dong S., Y Lei., Li Y., 2007. The effect of stocking density of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* on rice and crab seed yields in rice–crab culture systems. *Aquaculture* 273, 487–493.
- Lin Y. C., Chen J. C., 2003. Acute toxicity of nitrite on *L. vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture* 224, 193–201.
- Lowery, R. S., 1988. Growth, molting and reproduction. In : Holdich, D. M. and Lowery, R. S. (Eds.), *Freshwater Crawfish : Biology Management and Exploitation*. Timber Press, Portland, pp. 83–113.
- Madrid, R. M., 2005. Análise das exportações da carcinicultura brasileira de 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. Que fazer? *Revista da ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão* (Brazilian Shrimp Farmers Association) . Ano 7. N° 1.
- Martin, J. L. M., Veran, Y., Guelorget, O., Pham, D., 1998. Shrimp rearing: stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studies through the nitrogen budget in rearing ponds. *Aquaculture* 164, 135-149.
- McGraw, W., Teichert-Coddington, D. R., Rouse, D. B., Boyd, C. E., 2001. Higher minimum dissolved oxygen concentrations increase penaeid shrimp yields in earthen ponds. *Aquaculture* 199, 311–321.

- Mishra, J. K., Samocha T. M., Patnaik, S., Speed M., Gandy R. L., Ali, A. M., 2008. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquaculture Engineering* 38, 2–15.
- Mohant, Y, R. K. 2001. Feeding management and waste production in semi-intensive farming of *Penaeus monodon* (Fab.) at different stocking densities. *Aquaculture International* 9, 345–355.
- Moss, K. R. K., Moss, S. M., 2004. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 35, 537–542.
- Mugnier, C., Soyez, C., 2005. Response of the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* to temperature decrease and hypoxia in relation to molt stage. *Aquaculture* 244, 315–322.
- Naranjo-Paramo, J., Hernandez-Llamas, A., Villarreal, H., 2004., Effect of stocking density on growth, survival and yield of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-line commercial nursery ponds. *Aquaculture* 242, 197–206.
- Peixoto S., Waielesky, W. J., Louzada, L. J., 2003. Comparative Analysis of Pink Shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Culture in Extreme Southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture* 14, 101-112.
- Ponce-Palafox, J., Martinez-Palacios, C. A., Ross, L. G., 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931. *Aquaculture* 157, 107-115.

- Reis, E. G., D'Incao, F., 2000. The present status of artisanal fisheries of extreme Southern Brazil: an effort towards community-based management. *Ocean & Coastal Management* 43, 585-595.
- Rodriguez, E. M., Tuburan, B. I., Fukumoto, S., Ticar, T. R., 1993. Nursery rearing of *Penaeus monodon* (Fabricius) using suspended (hapa) net enclosures installed in a pond. *Aquaculture* 112, 107-111.
- Qing-Lu, P., Xu-Ling, J., Jing, L., 2007 The Effect of temperature on selected immune parameters of the white shrimp, *L. vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 38, 326–332.
- Samocha, T., Lopez M. M., Jones, E. R., Jackson, S., Lawrence, A. L., 2004. Characterization of intake and effluent waters from intensive and semi-intensive shrimp farms in Texas. *Aquaculture Research* 35, 321-339.
- Sandifer, P. A., Hopkins, J. T., Stokes, A. D., Browdy, C. L., 1993. Preliminary comparisons of the native *Penaeus setiferus* and the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* for pond culture in South Carolina, USA. *Journal of the World Aquaculture Society* 24, 295-303.
- Sandifer, P. A., Hopkins, J. S., Stokes, A. D., 1987. Intensive culture potential of *Penaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 18, 94–100.
- Shang, Y. C. 1992. Penaeid Markets and Economics. In: Fast, A. W., Lester, L. J. (Eds.), *Marine shrimp culture: principles and practices*. Elsevier Amsterdam, pp. 589-604.

- Stokes, A., Browdy, C. L., Weirich, C. R., Richardson, J., Bruce C. M., 2002. Double crop pond management strategy using *L. vannamei* in South Carolina. In: World Aquaculture Society (Eds.) Meeting Abstract of the Aquaculture America 2002, January 27-30, San Diego, California, USA, p. 322.
- Valderrama, D., Engle, C. R., 2002. Economics of shrimp farming in Honduras. *Journal of the World Aquaculture Society* 33, 398-409.
- Van Wyk, P., Scarpa, J., 1999. Water Quality and Management. In: Van Wyk, P., et al. (Eds.), *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, pp. 128–138.
- Wannamaker, C. M., Rice, J. A., 2000. Effects of hypoxia on movements and behavior of selected estuarine organisms from the southeastern United States. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 249, 145–163.
- Wasielesky, W. J., Poersch, L. H., Jensen, L., Bianchini, A., 2001. Effect of stocking density on pen reared pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda, Penaeidae). *Nauplius*, 9, 163-167.
- Wyban, J. A., Sweeney, J. N., 1991. Intensive shrimp production technology. *Oceanic Institute Shrimp Manual*. Honolulu, Hawaii, USA. The Oceanic Institute (Eds.), 158p.
- Yu R., Leung, P. S., Bienfang P., 2006. Optimal production schedule in commercial shrimp culture. *Aquaculture* 254, 426–441.
- Zelaya, O., Rouse, D. B., Davis d. A., 2007. Growout of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, stocked into production ponds at three different ages. *Journal of the World Aquaculture Society* 38, 92-101.

Zhang, P., Zhang, X., Li J., Huang G., 2006. The effects of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of whiteleg shrimp, *L. vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture* 256, 579–587.

ANEXOS

Tabela 5. Relação dos custos variáveis da fazenda carcibrás no período de realização do experimento (dezembro de 2004 - abril de 2005).

Densidade de estocagem	Safra	Pós Larva	Ração	Salários	Energia elétrica	Total
10	Primeira	1.300,00	2.259,39	840,00	120,00	4.519,39
25	Primeira	3.250,00	5.614,84	840,00	322,50	10.027,34
40	Primeira	5.200,00	7.971,61	840,00	570,00	14.581,61
10	Segunda	1.300,00	3.147,60	840,00	120,00	5.407,60
25	Segunda	3.250,00	6.905,25	840,00	322,50	11.317,75
40	Segunda	5.200,00	8.498,88	840,00	570,00	15.108,88
10	Safrão	1.300,00	3.847,02	1.680,00	240,00	7.067,02
25	Safrão	3.250,00	8.343,30	1.680,00	645,00	13.918,30
40	Safrão	5.200,00	13.441,86	1.680,00	1.140,00	21.461,86

Fonte: Fazenda Carcibrás, Associação Gaucha de Criadores de Camarão, Companhia Estadual de Energia Elétrica e Purina.

Tabela 6. Relação dos bens utilizados para o cálculo de depreciação onde estão relacionados o valor e a taxa (%) utilizada para a análise, extrapolada por hectare.

Item	Valor pago	%	Total
Aeradores	2.000,00	10	200,00
Comportas	10.000,00	5	250,00
Taludes	15.000,00	5	375,00
Rede elétrica	40.000,00	10	408,00
Galpões e casa	25.000,00	5	127,00
Sistema de bombeamento	20.000,00	10	204,00
Demais equipamentos	5.000,00	20	102,00
Total			1.564,00

Fonte: Fazenda Carcibrás, Associação Gaucha de Criadores de Camarão, Companhia Estadual de Energia Elétrica e Purina.

CAPITULO II

CULTIVO DE CAMARÕES EM MEIO HETEROTRÓFICO EM SISTEMAS DE “RACEWAY” NO SUL DO BRASIL

O presente capítulo segue as normas para publicação da revista Aquaculture.

Co-autores: Silvio Peixoto, Ronaldo O. Cavalli; Geraldo K. Foes; & Wilson Wasielesky Jr.

CULTIVO DE CAMARÕES EM MEIO HETEROTRÓFICO EM SISTEMAS DE RACEWAY NO SUL DO BRASIL

Krummenauer D., Peixoto S., Cavalli, R. O., Foes, G. K., Wasielesky, W. Jr.

Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Programa de Pós-graduação em Aqüicultura. C.P. 474, Cep: 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.

e-mail: darianok@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos os cultivos de camarões têm se direcionado para sistemas onde a emissão de efluentes para o meio ambiente seja reduzida. O sistema fechado de cultivos em estufas é baseado em baixa ou nenhuma renovação de água, alta aeração, alimentação de boa qualidade e estímulo à produtividade natural. Além disso, no extremo sul do Brasil nos meses de inverno as baixas temperaturas registradas inviabilizam os cultivos de camarões. O presente trabalho teve como objetivo determinar a densidade ótima de estocagem durante o cultivo superintensivo do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* em meio heterotrófico no sul do Brasil. Em uma estufa retangular de 450m² com 3 tanques de 70m² cada, foram testadas 3 densidades de estocagem (300, 400 e 500 camarões/m²) Os camarões apresentaram um peso inicial de 0,97g ($\pm 0,12$) e foram alimentados com ração comercial de 38% de proteína bruta. Para a formação dos agregados microbianos, houve inoculação inicial com diatomáceas *Thalassiosira weissflogii* e fertilização orgânica diária respeitando a relação nominal em peso de C/N de 20:1. Após 128 dias de cultivo os valores de crescimento, sobrevivência e biomassa final foram considerados satisfatórios, resultando em uma produtividade de até 3,5 Kg/m². A viabilidade do cultivo de *L. vannamei* em meio heterotrófico em sistemas superintensivos foi confirmada no sul do Brasil. O uso de tanques instalados no interior de estufas possibilitam ainda o cultivo durante os meses de inverno, quando ocorrem temperaturas consideradas abaixo da faixa ideal para o crescimento desta espécie.

ABSTRACT

In the last decades marine shrimp culture has been directed towards reduced wastewater discharge systems. The greenhouse enclosed zero exchange culture system is based on little or no water exchange, high aeration, high quality artificial diet and development of natural productivity within the culture tanks (microbial flocs). The present work aimed to determine the optimal stocking density during the super-intensive culture of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* in a greenhouse enclosed raceway heterotrophic culture system at Southern Brazil, where winter months temperatures are below the ideal levels for the shrimp culture. The experiment was conducted in three 70m² tanks installed in a 450 m² greenhouse, each tank was stocked with *L. vannamei* juveniles (0.97±0.12g) at densities of 300, 400 or 500 shrimp/m². Shrimp were fed a 38% CP artificial diet twice a day, feeding trays were used to help monitoring feed consumption. To promote microbial flocs development all tanks received an initial inoculum of the diatom *Thalassiosira weissflogii* furthermore, according to the daily quantity of diet provided, molasses and wheat bran were added to raise the C:N nominal relation to 20:1. After 128 days of culture, the results of survival, growth and biomass achieved were considered reasonable, generating productivities up to 3.5Kg/m². These results showed the feasibility of producing *L. vannamei* in a super-intensive heterotrophic system at Southern Brazil. Furthermore, the use of greenhouse enclosed raceways allows for the culture during winter months when the outside temperature restricts shrimp culture at these latitudes.

1. INTRODUÇÃO

Recentemente os cultivos de camarão em sistemas sem renovação de água “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems) surgiram como um novo conceito para o desenvolvimento de uma aquíicultura responsável. Esta forma de cultivo se caracteriza por utilizar um sistema fechado, com pouca ou nenhuma renovação de água, o que o torna ambientalmente amigável e biosseguro. Em virtude da diminuição na emissão de efluentes e no risco de introdução ou disseminação de patógenos (Emerenciano et al. 2007; Boyd & Clay, 2002).

Este sistema de cultivo pode se produzir 1 kg de camarão utilizando 160 litros de água (Otoshi *et al*, 2006) enquanto nos sistemas convencionais são utilizados até 64000 litros de água para produzir 1 kg de camarão (Hopkins *et al*, 1993). Além disso, é possível alcançar maiores índices de produtividades, se comparado com os sistemas tradicionais de cultivo, causando um aumento da produção para mais de 5.000 kg/ha (Browdy et al. 2001; Hopkins et al. 1995)..

O cultivo em meio heterotrófico é baseado na formação de flocos microbianos que são constituídos principalmente de microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, bactérias, protozoários, invertebrados, entre outros. Estes agregados auxiliam na assimilação dos compostos nitrogenados presentes na água de cultivo, possibilitando que a mesma seja reutilizada por diversos ciclos (Wasielesky et al 2006a). Um aspecto importante que deve ser considerado é que a formação dos flocos microbianos permite um melhor aproveitamento dos nutrientes originados da ração não consumida pelos camarões (Browdy et al 2001; Burford 2003; Avnimelech 2007). Além disso, possibilitam a utilização de ração com menores teores de proteína bruta (Moss et al 2001; Moss, 2002; Samocha et al. 2004; Ballester et al., 2006). Burford et al. 2004, relataram que a utilização dos flocos como alimento contribuiu significativamente no crescimento de *L. vannamei* e que mais de 29% do alimento consumido pelos camarões podem ser provenientes dos flocos bacterianos presentes no meio heterotrófico.

A tecnologia dos sistemas sem renovação de água ou com renovação limitada teve início nos anos 90 na Waddel Mariculture Center, Estados Unidos (Hopkins et. al., 1993; Sandifer e Hopkins, 1996) Neste mesmo centro de pesquisa, também foram desenvolvidas importantes pesquisas para o desenvolvimento dos cultivos em meio heterotrófico (Browdy et al. 2001). Alguns anos mais tarde esta tecnologia foi

modificada e adaptada para produções comerciais em Belize, América Central (Mcintosh et al. 2000; Boyd & Clay, 2002; Burford et al. 2003), após este período, foi desenvolvida nos Estados Unidos a nova geração dos cultivos super-intensivos em escala comercial (Ogle et al. 2006).

Portanto, pode se dizer que atualmente existem dois sistemas de cultivos intensivos, o sistema Belize e o sistema super-intensivo realizado nos Estados Unidos. O primeiro é realizado em viveiros relativamente pequenos que utilizam densidades de estocagem que variam de 80 a 160 camarões/m² alcançando produtividades acima de 1kg/m² (Boyd & Clay, 2002; Burford et al. 2003). O segundo é o sistema americano que utiliza densidades de estocagens entre 300 e 900 camarões/m² com produtividades de até 10.3kg/m² (McAbee et al. 2003; Ogle et al. 2006; Otoshi et al. 2007a). Este último sistema exige altos investimentos tecnológicos como bomba de injeção de oxigênio puro, injetores de ar atmosférico, sistema de filtração externo, etc. (Otoshi et al. 2007b). Dentro deste contexto, pesquisadores da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) vem realizando estudos para viabilizar esta modalidade de cultivo no Brasil (Wasielesky et al. 2006a).

Baseados nestes conceitos de uma nova aquíicultura que não agride o meio ambiente, o presente trabalho teve como objetivo determinar a densidade de estocagem mais adequada para o desenvolvimento do cultivo superintensivo do camarão branco *L. vannamei* em meio heterotrófico no sul do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Marinha de Aquacultura (EMA) da Fundação Universidade do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS.

2.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em uma estufa retangular de 400m² com três tanques de 70m² cada, revestidos com geomembrana[®]. A aeração dos tanques foi realizada através de um blower de 7 hp. Os tanques foram cheios com água do mar filtrada e tratada com uma solução de 10 ppm de cloro. Estruturas revestidas com substratos verticais foram utilizadas para aumentar a área de superfície interna, bem como servir de substrato para fixação de bactérias nitrificantes (Figuras 1 e 2). O

experimento não teve renovação de água, entretanto a água perdida pela evaporação exigiu uma reposição de 0,35% ao dia.

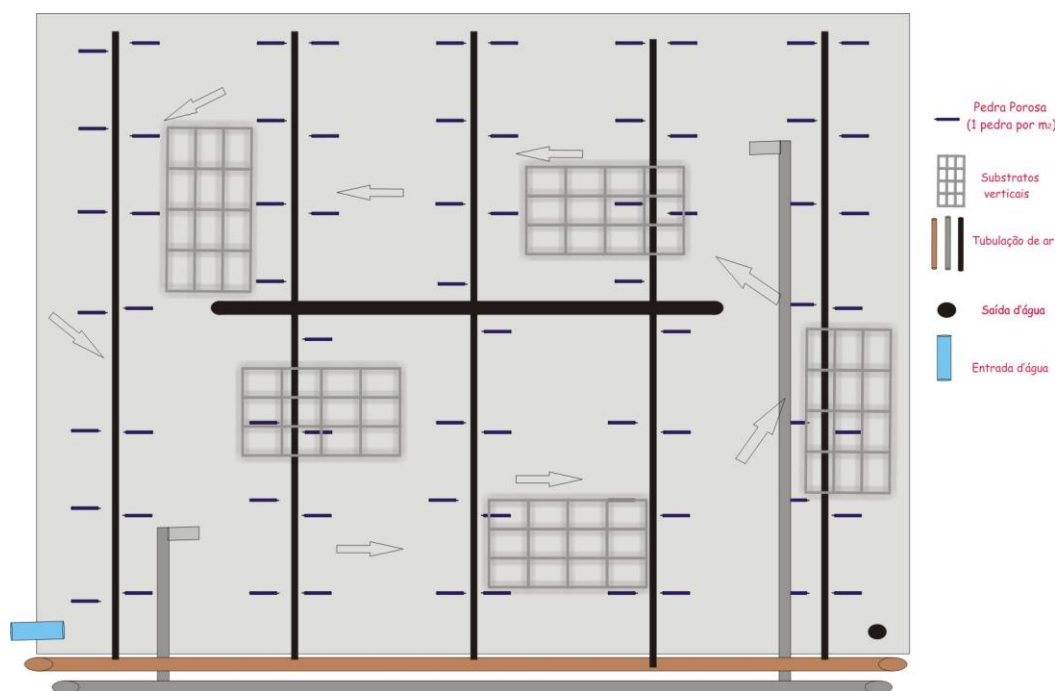


Figura 1. Modelo dos tanques utilizados para o experimento.



Figura 2. Estufa utilizada para o experimento.

Pós-larvas de *L. vannamei* adquiridas de um laboratório comercial de camarões marinho, localizado na região nordeste do Brasil foram estocadas em um tanque de berçário onde permaneceram até atingir um peso médio de 0,97 ($\pm 0,28$) g. Após este período os camarões foram estocados nas densidades de 300, 400 e 500 juvenis/m². O experimento foi realizado no período de 08 de dezembro de 2006 a 15 de abril de 2007, totalizando 129 dias.

2.2 Fertilização Orgânica

Para a formação dos agregados microbianos os tanques foram inicialmente inoculados com diatomáceas *Thalassiosira weissflogii*, e após três dias iniciou-se a fertilização orgânica que foi baseada na metodologia descrita por Avnimelech, (1999) e Ebeling et al. (2006). Como fontes de carbono foram utilizados melão de cana de açúcar e farelo de trigo, este último para servir como substrato para fixação de bactérias. A ração fornecida aos camarões foi utilizada como fonte de nitrogênio. Esta fertilização orgânica resultou em uma relação carbono-nitrogênio (C/N) de aproximadamente 20:1, o que favorece o crescimento de bactérias heterotróficas as quais convertem o nitrogênio inorgânico em proteína bacteriana (Avnimelech, 1999). Os camarões foram alimentados duas vezes ao dia com ração comercial de 38% de proteína bruta, sendo aproximadamente 10% do total de ração oferecido em bandejas para controlar o consumo aparente.

2.3 Variáveis Ambientais

As variáveis ambientais foram monitoradas diariamente. A temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido registradas através de um aparelho multiparâmetros da marca YSI® Modelo 556. A transparência da água através de um disco de secchi. Amostras de água foram coletadas para análise de amônia, nitrito, nitrato e fosfato utilizando metodologia adaptada de Strickland e Parsons (1972).

2.4 Análise do crescimento dos camarões

A cada quinze dias foram realizadas biometrias para analisar o crescimento dos camarões. No final do experimento, foi feita a pesagem e a contagem de todos os indivíduos para a determinação da taxa de crescimento semanal, taxa de sobrevivência, biomassa final e produtividade média. A taxa de conversão alimentar aparente (TCA) foi calculada considerando os dados de ração total ofertada e os dados de incremento de biomassa. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA – uma via) levando-se em consideração as premissas e, quando detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros físico-químicos

Nos cultivos em meio heterotrófico, existe uma tendência natural de diminuição do pH e alcalinidade dos meios, e aumento dos produtos nitrogenados (Wasielky,

2006 a). No presente trabalho, os valores médios dos parâmetros físico-químicos estão apresentados na tabela 1. Estes se mantiveram dentro das faixas recomendados para o cultivo da espécie por Van Wyk & Scarpa (1999).

Tabela 1 – Parâmetros físicos e químicos registrados ao longo do experimento.

	300 camarões/m ²	400 camarões/m ²	500 camarões/m ²
Amônia (mg/l)	0,41 ^a ±0,70	0,40 ^a ±0,79	0,19 ^b ±0,29
Nitrito (mg/l)	1,33 ^a ±2,80	0,72 ^b ±1,92	0,45 ^b ±1,64
Nitrato (mg/l)	18,17 ^a ±29,99	13,72 ^a ±20,74	26,01 ^a ±43,26
Fosfato (mg/l)	1,66 ^{ac} ±1,49	0,87 ^b ±1,11	1,77 ^{ac} ±1,50
Oxigênio (mg/l)	6,02 ^a ±1,70	6,75 ^a ±1,70	5,62 ^a ±1,72
pH	7,45 ^a ±0,41	7,50 ^a ±0,55	7,35 ^a ±0,43
Salinidade	25,1 ^a ±3,63	21,6 ^a ±6,64	24,1 ^a ±2,63
Temperaturas (°C)	29,0 ^a ±2,14	30,2 ^a ±2,38	29,5 ^a ±2,24

* Letras iguais numa mesma coluna indicam que não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$).

Em sistemas fechados, um dos maiores problemas é a rápida eutrofização dos tanques, resultado das crescentes concentrações de nutrientes e matéria orgânica durante o período de cultivo (Takur & Lin, 2003). Cohen et al. (2005) comentam que o fluxo de amônia tem sido associado ao atraso no desenvolvimento das bactérias nitrificantes ou ao fluxo geral das concentrações de fitoplâncton. Em sistemas fechados de produção de camarão em altas densidades a variação da amônia parece ser um fenômeno natural com limitado impacto no crescimento e sobrevivência dos camarões (Burford et al. 2003). Avnimelech (1999) cita que, a acumulação de compostos nitrogenados na água é um dos principais problemas dos sistemas intensivos. O mesmo autor relata que a forma mais eficiente de se imobilizar a amônia é a adição de uma fonte de carbono na água. Esta técnica tem sido eficiente para a imobilização destes compostos e também possibilita um aumento da quantidade de agregados microbianos no cultivo (Samocho, et al. 2007). No presente trabalho os valores registrados permaneceram dentro dos níveis recomendados para o cultivo, entretanto foram registrados picos elevados de amônia que foram provavelmente imobilizados pela fertilização orgânica, aparentemente a fertilização orgânica se mostrou eficiente para imobilizar este

composto nitrogenado (figura 3). Grandes flutuações de amônia têm sido observadas em sistemas fechados, entretanto aparentemente neste sistema, os camarões toleram concentrações maiores que nos cultivos convencionais (Takur & Lin, 2003). Buford et al. 2003 trabalhando com altas densidades de *L. vannamei* demonstra que uma concentração de 0,56mg/l de N-AT não afetou o crescimento e sobrevivência dos camarões.

Altas concentrações de nitrito e nitrato foram eventualmente registradas ao longo do experimento (figura 4), este processo pode ter sido causado pelos baixos valores de oxigênio registrados nos tratamentos. Segundo Komaros & Lyberatos (1998) as bactérias químio-autotróficas responsáveis pela nitrificação são sensíveis a baixas concentrações de oxigênio assim condições sub-ótimas de dióxido de carbono ocorre um aumento de nitrito que posteriormente é revertido para nitrato. Os altos valores registrados ao longo do presente trabalho podem ter afetado o crescimento dos camarões, pois ficaram acima dos valores considerados ideais para o cultivo da espécie (Van Wyk & Scarpa 1999). Entretanto, McIntosh (2000) observou um bom desempenho no crescimento e sobrevivência de *L. vannamei*, mesmo com altas concentrações destes compostos.

O acúmulo do fosfato registrado ao longo deste estudo foi possivelmente resultado da constante entrada de nutrientes. Segundo Buford et al. (2003) o aumento das concentrações de fósforo pode estimular o crescimento do fitoplâncton. Wasielesky (2006b) argumenta que caso haja um acúmulo de fósforo haverá favorecimento de cianobactérias, que, dependendo da espécie e concentração, podem ser maléficas aos organismos cultivados.

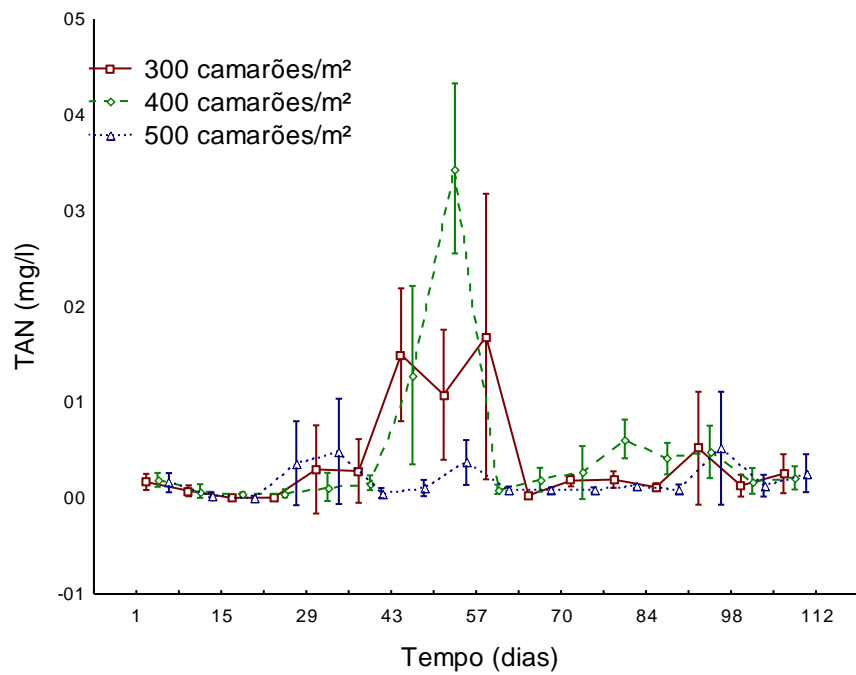


Figura 3. Concentração de amônia total nitrogenada (N- AT) nas três densidades de estocagem.

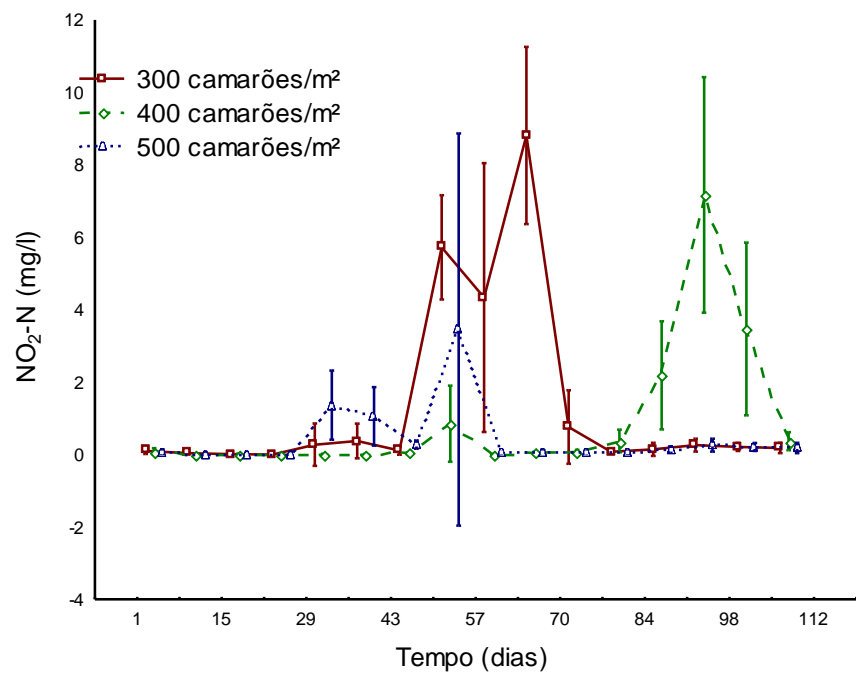


Figura 4. Concentração de Nitrito (NO₂-N) nas três densidades de estocagem.

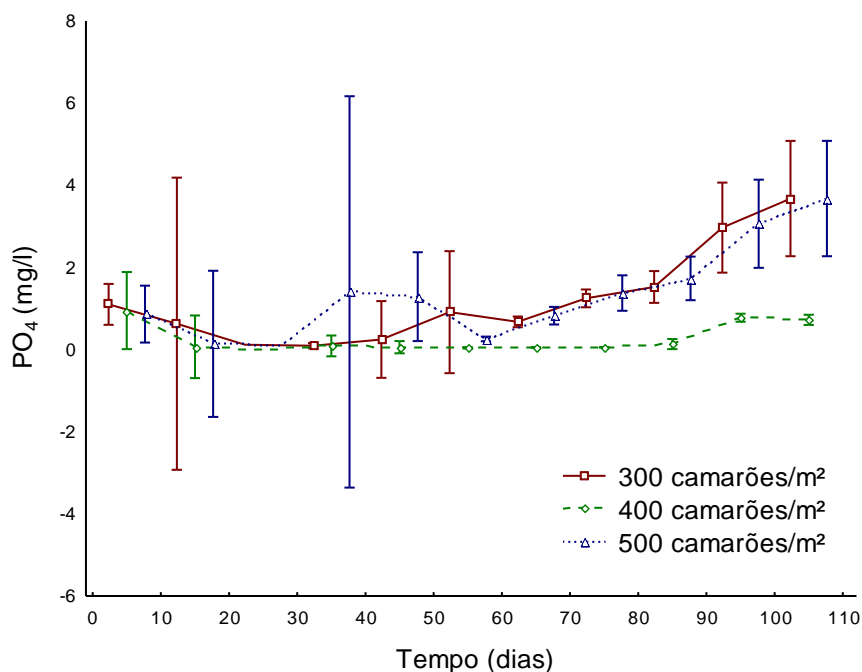


Figura 5. Concentração de Fosfato (PO₄) nas três densidades de estocagem.

A temperatura média superficial da água foi de aproximadamente 30°C nas diferentes densidades. Os valores observados foram próximos daqueles considerados ideais para o crescimento de *L. vannamei*. (Samocha et al. 2007, Ponce-Palafox *et al* 1997). A salinidade média foi de 25,1, 21,6 e 24,6 respectivamente nas diferentes densidades. Os resultados estão de acordo com Bray et al. (1994), Que considera as salinidades entre 15 e 25 como sendo as ideais para o cultivo de *L. vannamei*. Estes dois parâmetros não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as diferentes densidades, além disso, os valores registrados permaneceram dentro da faixa considerada ideal para o cultivo da espécie, portanto, acredita-se que estes parâmetros não tenham afetado negativamente o crescimento e a sobrevivência dos camarões, já que estiveram perto do ideal.

Para os peneídeos, o baixo pH pode retardar o crescimento e reduzir a sobrevivência, isto já foi determinado para *Penaeus monodon* e *Farfantepenaeus chinenses* e no camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (Allan and Maguire, 1991; Wang et al., 2002; Chen & Chen, 2003). De acordo com Wasielesky et al. (2006b), trabalhando com *L. vannamei* em cultivos em meio heterotrófico, quando o pH está abaixo de 7,0 ocorre diminuição nas taxas de crescimento e conversão alimentar. No presente trabalho, os valores permaneceram dentro dos considerados ideais para a

espécie, entretanto, os valores mínimos registrados podem ter influenciado negativamente o crescimento dos camarões.

Com relação ao oxigênio, a aeração constante manteve os valores acima de 2,7mg/l, entretanto foram registrados níveis abaixo da faixa recomendada para o crescimento da espécie que são concentrações acima de 5mg/l, isto possivelmente afetou as taxas de crescimento nas diferentes densidades (Van Wyk & Scarpa, 1999). Entretanto, a sobrevivência dos camarões no presente estudo provavelmente não foi afetada, pois Segundo Hopkins et al. (1991) o nível letal para *L. vannamei* é de 1mg/l.

3.2. Crescimento e Produtividade

A sobrevivência pode ter sido afetada pelo efeito da densidade de estocagem, apresentando diferenças marcantes entre os tratamentos, ficando abaixo de 80% nas densidades de 400 e 500 camarões/m² (Tabela1). Resultados semelhantes foram encontrados por Otoshi et al. (2007b) que trabalhando *L. vannamei* nas densidades de 200 e 400 camarões/m² observou sobrevivências de 80.9 e 73.3% respectivamente.

Tabela 1: Peso médio, inicial e final, sobrevivência (%), biomassa final (kg), taxa de conversão alimentar (TCA), taxa de crescimento semanal (TCS) e produtividade média (kg/ha) de *L. vannamei* cultivado por 129 dias em diferentes densidades.

Densidade	Peso inicial ±DP	Peso final ±DP	Sobrevivência (%)	Biomassa final (kg)	TCA	TSS	Produtividade kg/m ²
300/m ²	0,97 ±0,28	13,11 ^a ±1,70	84,8	233,46	1,27	0,65	3,33
400/m ²	0,97 ±0,28	8,36 ^b ±0,93	77,7	181,88	1,35	0,45	2,59
500/ m ²	0,97 ±0,28	9,68 ^b ±1,20	72,4	245,29	1,43	0,47	3,50

* Letras iguais numa mesma coluna indicam que não foram verificadas diferenças significativas (p>0,05).

As taxas de crescimento foram variáveis ao longo do experimento, ficando acima de 0,45 g/semana nas densidades de 400 e 500 camarões/m² e de 0,65 g/semana na densidade de 300 camarões/m². Cultivos de *L. vannamei* com 300 camarões/m² resultaram em um crescimento semanal de 1,44 gramas, (McAbee et al. 2003, Otoshi et

al. 2006). Assim como a taxa de crescimento semanal, as taxas de conversão alimentar (TCA) foram semelhantes as registradas por McAbee et al. (2003) e Otoshi et al. (2007b) que observaram 1,54 e 1,49 respectivamente. A eficiente taxa de conversão alimentar registrada no presente estudo está provavelmente associada com a disponibilidade de produtividade natural na coluna d'água (Wasielesky et al. 2006a). Burford et al. (2004) demonstra a capacidade de *L. vannamei* em ingerir e reter o nitrogênio derivado da produção natural, sugerindo que grande parte desta produção seja oriunda dos flocos microbianos.

As baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água podem ter afetado as taxas de crescimento dos camarões, indicando a necessidade de injeção de oxigênio suplementar em alguns momentos do cultivo (figura 6). Esta estratégia já vem sendo utilizada em sistemas de cultivos super-intensivos (Otoshi et al 2006, Otoshi et al. 2007), McAbee et al. (2003) sugerem a necessidade de oxigênio suplementar com níveis de oxigênio dissolvido abaixo de 4,5mg/l. Por outro lado, os resultados de crescimento da densidade de 300 camarões/m² foram satisfatórios, mesmo sem utilizar oxigênio suplementar, sugerindo que o cultivo nesta densidade permita uma redução dos custos com energia e equipamentos de aeração, sendo mais adequado a realidade brasileira.

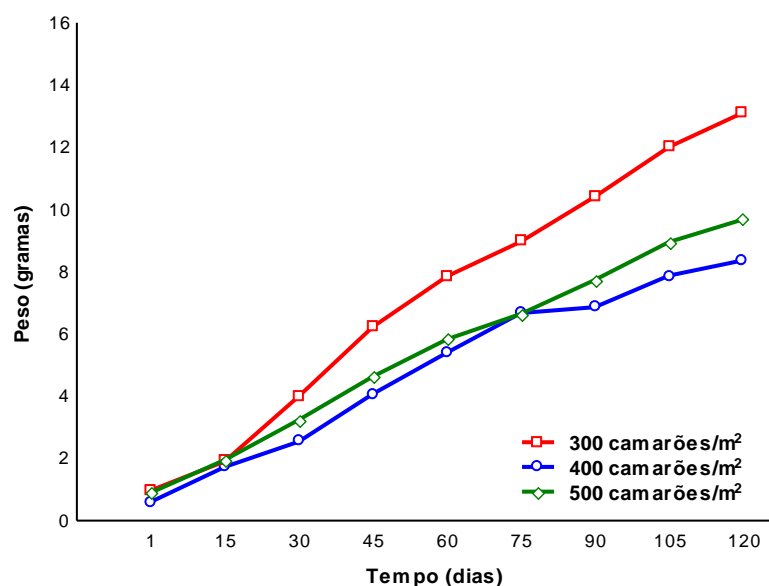


Figura 6. Crescimento de *L. vannamei* cultivado por 129 dias em diferentes densidades.

Os resultados de produtividade observados foram acima de 2,5kg/m² nas diferentes densidades utilizadas no presente estudo. Estudos recentes de cultivos de *L. vannamei* com densidades semelhantes registram produtividades acima da observada no presente estudo, com valores que variaram de 4,5 -10 kg/m². (McAbee et al. 2003, Otoshi *et al* 2006 e Otoshi et al. 2007a). Entretanto, estes cultivos empregaram altos recursos tecnológicos, como oxigênio suplementar, filtros externos, camarões SPF (livre de vírus) e rações que possuem formulações específicas para o cultivo em meio heterotrófico.

Este é o primeiro cultivo em escala comercial realizado no Brasil, os resultados demonstraram que é possível produzir mais de 3kg de *L. vannamei* por m², em sistemas super-intensivos sem renovação de água o que equivale à 30 toneladas por hectare em viveiros tradicionais.

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram a viabilidade de cultivar o camarão-branco *L. vannamei* em meio heterotrófico utilizando sistemas superintensivos no sul do Brasil. A densidade de 300 camarões/m² apresenta os melhores resultados de crescimento, sobrevivência e biomassa final, sendo assim, recomendada para os cultivos em meio heterotróficos no sul do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro durante o mestrado, a empresa SulQuímica por acreditar e financiar novas tecnologias, ao laboratorista Sandro Martins pelas análises químicas, a Gabriela Lara, Eduardo Izzaepi, Eduardo Pahor Filho, Adriana Ferreira da Silva, Guilherme Accorsi e Bruno Scopel pelo auxílio na rotina diária da Greenhouse.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, G. L., Maguire, G. B., 1991. Lethal levels of low dissolved oxygen and effects of short-term oxygen stress on subsequent growth of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 94, 27–37.
- Avnimelech, Y., 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264, 140-147.
- Avnimelech, Y., 1999. C/N ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227–235.
- Ballester, E. C., Wasielesky, W., Abreu, P. C., Cavalli, R. O., Emerenciano, M. G. C., Adornes, S. 2006. Efeito de diferentes níveis protéicos no cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em meio heterotrófico. *Aquacultura* 2006. Agosto 14-17, Bento Gonçalves, Brasil.
- Bray, W. A., Lawrence, A. L., Leung-Trujillo, J. R., 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observation on the interaction of IHHN virus and salinity. *Aquaculture* 122, 133–146.
- Boyd, C. E., J. W. Clay. 2002. “Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Superintensive Shrimp Aquaculture System ”. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 17 pages.
- Browdy, C. L., Bratvold, D., Stokes, A. D., McIntosh, R. P., 2001. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy, C. L., Jory, D. E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 20–34.

- Burford, M. A., Thompson, P. J., McIntosh, R. P., Bauman, R. H., Pearson, D.C., 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero exchange system. *Aquaculture* 232, 525–537.
- Burford, M. A., Thompson, P. J., McIntosh, R. P., Bauman, R. H., Pearson, D. C., 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture* 219, 393-411.
- Chen, S. M., Chen, J. C., 2003. Effects of pH on survival, growth, molting and feeding of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 218, 613–623.
- Cohen, J., Samocha, T. M., Fox, J. M., Lawrence, A. L., 2005. Biosecured production of juvenile Pacific white shrimp in an intensive raceway system with limited water discharge. *Aquaculture. Engineering* 32, 425–442.
- Ebeling, J. M., Timmons, M. B., Bisogni, J. J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture production systems. *Aquaculture* 257, 346-358.
- Emerenciano, M. G. C., Wasielesky, W. J., Soares R. B., Ballester, E. L. C., Izeppi E. M., Cavalli, R. O., 2007. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. *Acta Sci. Biológica. Scientia*. 29, 01-07.
- Hopkins, J. S., Sandifer, P. A., Browdy, C. L., 1995. A review of water management regimes which abate the environmental impact of shrimp farming. In: C.L., Browdy, J. S., Hopkins (Eds.), *Swimming through troubled water*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, pp. 13–22.

- Hopkins J., S., Hamilton II R., D., Sandifer P., A., Browdy C. L., Stokes A., D. 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* 24 , 304 – 320.
- Hopkins, J. S., Stokes, A. D., Browdy, C. L., Sandifer, P. A., 1991. The relationship between feeding rate, paddle-wheel aeration rate and expected dawn dissolved oxygen in intensive shrimp ponds. *Aquaculture. Engineering* 10, 281–290.
- Komaros, M., Lyberatos, G., 1998. Kinetic modeling of *Pseudomonas denitrificans* growth and denitrification under aerobic, anoxic and transient operating conditions. *Water Research* 32, 1912–1922.
- McAbee, B. J., Browdy, C. L., Rhodes, R. J., Stokes, A. D., 2003. The use of greenhouse-enclosed raceway systems for the superintensive production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States. *Global Aquaculture Advocate* 6, 4.
- Mcintosh, R. P. 2000. Changing paradigms in shrimp farming: 3. Pond design and operation considerations. *Global Aquaculture Advocate* 3. 42-45.
- Moss, S. M., 2002. Dietary importance of microbes and detritus in Penaeid shrimp aquaculture. In: Lee C.S. and P. O’Byrne Eds. *Microbial approaches to aquatic nutrition within environmentally sound aquaculture production systems*, World Aquaculture Society. 1-18.
- Moss, S. M., Arce, S. M., Argue, B. J., Oshiro, C. A., Calderon, F. R. O., Tacon, A. G. J., 2001. Greening of the blue revolution: Efforts toward environmentally responsible shrimp culture. In: Browdy, C.L., Jory, D. E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, 1-19.

- Ogle, J. T. A. V. Flosenzier, J. M. Lotz. 2006. USM-GCRL Large Scale Growout Marine Shrimp Production Facility. In Sea Grant Publication VSG-06-05. Proceedings The Sixth International Conference on Recirculating Aquaculture. July 21-23. 2006, 6-13.
- Otoshi, C. A., Scott M. S., Naguwa, F. C., Moss, S. M. 2007a. Production/Commercial-Scale RAS Trial Yields Record Shrimp Production for Oceanic Institute. Volume 10, 74.
- Otoshi C. A., Scott M. S., Naguwa F. C., Moss S. M. 2007b. Shrimp Behavior May Affect Culture Performance At Super-Intensive Stocking densities global aquaculture advocate.
- Otoshi C. A., Tang L. R., Dagdaban D. V., Holl C. M., Tallamy C. M., Moss D. R., Arce S. M., Moss S. M. 2006. Super intensive growout of the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Recent advances at the oceanic institute. In: proceedings o the 6th Internacional conference Recirculating Aquaculture p. 1-5. Virginia Tech University, Blacksburg.
- Ponce-Palafox, J., Martinez-Palacios, C. A., Ross, L. G. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp *penaeus vannamei*, Boone, 1931. Aquaculture. 157, 107-115.
- Samocha, T. M., Patnaik S., Speed M., Ali A., M., Burger J. M., Almeida R. V., Ayub Z., Harisanto M., Horowitz A., Brock D. L. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei* Aquacultural Engineering 36, 184–191.
- Samocha, T. M., Lawrence, A. L., Collins, C. A., Castille, F. L., Bray, W. A., Davies, C. J., Lee, P. G., Wood, G. F., 2004. Production of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in high-density greenhouse-enclosed raceways using low salinity groundwater. Journal. Applied. Aquaculture 15, 1–19.

- Sandifer, P., A., J. Hopkins, S. 1996. Conceptual Design of a Sustainable Pond-based Shrimp Culture System *Aquacultural Engineering* 15, 41-52.
- Strickland, J. D. H.; Parsons, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. 2. ed. Ottawa: Bulletin 167.
- Thakur, D. P., Lin, C. K., 2003. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. *Aquaculture. Engineering* 27, 159–176.
- Van Wyk, P., Scarpa, J., 1999. Water Quality and Management. In: Van Wyk, P., et al. (Eds.), *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, 128–138.
- Wang, W. N., Wang, A. L., Chen, L., Liu, Y., Sun, R.Y., 2002. Effects of pH on survival, phosphorus concentration, adenylate energy charge and Na⁺-K⁺ ATPase activities of *Penaeus chinensis* Osbeck juveniles. *Aquat. Toxicol.* 60, 75–83.
- Wasielesky, W. J., Atwood, H. I, Stokes, A., Browdy, C. L. 2006a. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258, 396-403.
- Wasielesky, W. J., Atwood H, Kegl, R. , Bruce J. , Stokes A., Browdy, C. 2006b. Efeito do ph na sobrevivência e crescimento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* em cultivos superintensivos *Aquacultura* 2006. Anais do congresso.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As baixas temperaturas registradas nos meses de outubro e novembro limitaram os cultivos aos meses da primavera e início do verão. Os resultados do capítulo I sugerem que a melhor estratégia a ser utilizada seja o cultivo em uma única safra. Entretanto, acredita-se que no extremo sul do Brasil, a utilização de berçários em sistemas de estufas possa reduzir o período de engorda e desta forma viabilize uma segunda safra.

Os resultados do capítulo II demonstram a viabilidade de cultivar o camarão-branco *L. vannamei* em meio heterotrófico utilizando sistemas superintensivos no sul do Brasil. A produtividade alcançou valores próximos aos sistemas semelhantes de cultivo utilizados nos Estados Unidos, entretanto empregando menos recursos tecnológicos do que os empregados naquele país.