

Avaliação zootécnica e econômica da criação de camarão marinho (*Litopenaeusvannamei*) em diferentes estratégias de manejo e densidades

[Zootechnical and economical evaluation of the creation of marine shrimp (*Litopenaeusvannamei*) in different management strategies and densities]

A.P. Bessa Júnior, G.G. Henry-Silva

Universidade Federal Rural do Semiárido - Mossoró, RN

RESUMO

Objetivou-se avaliar a viabilidade zootécnica e econômica na criação de camarão com três diferentes estratégias de manejo e densidades distintas, sendo 92, 14 e 8 cam.m⁻² para os tratamentos M1, M2 e M3, respectivamente, com tempo máximo de cultivo de 79 dias. As sobrevivências foram reduzidas em todos os tratamentos, provavelmente influenciadas pela doença da mancha branca e a elevada salinidade da água dos viveiros de criação, o que causou redução na produção e elevou o fator de conversão alimentar aparente – FCAA em M1 e M2. Os índices de rentabilidade e lucratividade foram significativamente inferiores no tratamento M1 quando comparado com o M2 e o M3. O cultivo com população inicial elevada (M1) ocasionou prejuízos econômicos e zootécnicos devido aos elevados FCAAs, à biomassa individual reduzida e aos elevados custos operacionais totais – COT, tornando inviável esse tratamento. As taxas internas de retorno para M2 e M3 foram atrativas, gerando lucro e saldo positivo para o valor presente líquido. O monocultivo de camarão com pequenas populações e submetido à mancha branca (M2 e M3), conseguiu garantir o retorno do capital investido. Esse retorno somente ocorreu em razão dos preços elevados praticados em 2016, caso contrário, preços menores por quilo de camarão inviabilizariam economicamente a atividade.

Palavras-chave: carcinicultura, indicadores, mancha branca, sustentabilidade

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the zootechnical and economic viability of shrimp farming with three different management strategies and different densities, 92, 14 and 8 shrimp.m⁻² for treatments M1, M2 and M3, respectively, with a maximum cultivation time of 79 days. Survival was reduced in all treatments, probably influenced by the disease of the White Spot and the high salinity of the water of the nurseries, causing reduction in the production and raising the Apparent Food Conversion Factor-FCAA in M1 and M2. The Profitability and Profitability Indices were significantly lower in the M1 treatment when compared to M2 and M3. The cultivation with high initial population (M1) caused economic and zootechnical losses due to high FCAAs, reduced individual biomass and high total operational costs-TOC, making this treatment unfeasible. The internal rates of return for M2 and M3 were attractive, generating profit and a positive balance for the net present value. Monoculture of shrimp with small populations and submitted to Mancha Branca (M2 and M3), managed to guarantee the return of invested capital. This return only occurred due to the high prices practiced in 2016, otherwise, lower prices per kilo of shrimp would make the activity economically unfeasible.

Keywords: indicators, sustainability, shrimp farming, white spot

INTRODUÇÃO

Mundialmente, a aquicultura está em franca expansão devido ao fato de haver crescentes preocupações quanto à disponibilidade de alimento para a população humana, bem como de

essa atividade apresentar potencial de aumentar a resiliência do sistema alimentar global (Olsen, 2015). De acordo com dados da Comissão de Organização Mundial da Saúde (Agricultural..., 2014) entre 1980 e 2012, o volume de produção da aquicultura mundial aumentou a uma taxa média de 8,6% ao ano. Nesse contexto, nos

Recebido em 14 de agosto de 2017

Aceito em 21 de novembro de 2017

E-mail: bessa@ufersa.edu.br

últimos anos, a intensificação da aquicultura tornou-se uma prática comum em várias regiões, em razão principalmente do desenvolvimento de cultivos com elevadas populações estocadas, fertilizações intensivas, utilização de alimentação complementar e criação em sistemas multitróficos, no intuito de maximizar lucro a partir de uma unidade de área (Bessa Júnior *et al.*, 2012; Henry-Silva *et al.*, 2015; Montalto *et al.*, 2017).

Em virtude da relevância da aquicultura no que se refere ao fornecimento de alimento para a população humana, é importante que a atividade esteja sempre em busca de técnicas de manejo que melhorem a eficiência da administração dos alimentos, da qualidade da água e dos solos, com trocas mínimas de água em cultivos intensivos, visando ainda à redução da poluição e ao tratamento dos efluentes gerados, a fim de almejar sustentabilidade econômica, social e ambiental da atividade (Moura *et al.*, 2016; Araújo e Valenti, 2017).

Entre as atividades de aquicultura, a carcinicultura se desenvolveu no semiárido do Brasil, mediante o uso águas de poços rasos com baixa salinidade e em áreas estuarinas. Essa região possui condições ambientais favoráveis para a criação de camarões, além de ter sido a pioneira em estudos técnicos que visaram à implantação e ao desenvolvimento da atividade no país (Ribeiro *et al.*, 2014). A região Nordeste do Brasil é responsável por aproximadamente 95% da produção nacional da carcinicultura, por possuir clima quente e favorável ao cultivo durante todos os meses do ano (Rocha *et al.*, 2004). Atualmente, a criação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* é muito difundida em regiões estuarinas do estado do Rio Grande do Norte, apesar de, em anos recentes, ter sofrido perdas significativas em consequência do vírus da síndrome da mancha branca e de doenças bacterianas (Guerrelhas e Teixeira, 2012). Em várias regiões do mundo, esforços estão sendo feitos para prevenir e controlar essa doença, que é considerada o patógeno mais temido na criação de camarão (Rubio-Castro *et al.*, 2016).

É importante ressaltar que altas densidades populacionais de camarões e manejos alimentares com elevada quantidade de ração podem comprometer a sustentabilidade ambiental da carcinicultura, bem como deixar os

organismos cultivados mais suscetíveis a doenças, além de poder ocasionar perdas econômicas com o aumento do fator de conversão alimentar e a diminuição da biomassa produzida, gerando maiores custos de produção e afetando diretamente a rentabilidade das atividades de aquicultura (Façanha, *et al.*, 2016). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento econômico e zootécnico da criação do camarão marinho *L. vannamei* em diferentes estratégias de manejo, no semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na empresa de carcinicultura conhecida como Aquarium Aquicultura do Brasil (5°11 "S, 37°20"W), localizada no município de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte (oeste do estado). A fazenda localiza-se próxima ao estuário hipersalino do Rio Apodi/Mossoró, onde existe uma grande quantidade de salinas. A área da carcinicultura possui 800 hectares, distribuídos em 80 viveiros de engorda, com tamanhos que variam de 0,26 a 15 ha, onde são cultivados camarão marinho *L. vannamei*, com densidades que variam de oito a 100 camarões.m². A água de abastecimento dos viveiros é parcialmente retirada do rio Apodi/Mossoró e de poços subterrâneos. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo BSw^h, isto é, semiárido muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média de 27,4°C, com precipitação pluviométrica anual média de 685,3mm e com umidade relativa média do ar de 68,9%.

O experimento foi desenvolvido com um delineamento inteiramente ao acaso, com três tratamentos. Cada tratamento foi constituído de quatro repetições, perfazendo um total de 12 unidades experimentais (viveiros), com áreas variando de 2600 a 26000m², sendo o tempo máximo dos experimentos de 79 dias. Anteriormente ao povoamento dos viveiros com as pós-larvas de *L. vannamei*, estes foram esvaziados, esterilizados, e foi mantido um vazão sanitário por 30 dias. A biomassa média individual e inicial das pós-larvas usadas foi de 0,004g (250pls.g⁻¹). Foram definidos três tratamentos com características distintas de

manejo e população inicial estocada: manejo 1 (M1): constituído por quatro viveiros povoados com uma população inicial de 239 milheiros de pós-larvas ($92 \text{ camarões.m}^{-2}$), sistema monofásico (pós-larvas colocadas diretamente nos viveiros de engorda), fertilização inicial, que consistiu de uma mistura com 100kg.ha^{-1} de farelo de trigo, 30kg.ha^{-1} de nitrato de cálcio, 20kg.ha^{-1} de silicato e 20kg.ha^{-1} de melação, e fertilizações de manutenção com a aplicações quinzenais de nitrato de cálcio, na proporção de 30kg.ha^{-1} , e semanal de melação, na proporção de 10kg.ha^{-1} ; manejo 2 (M2): constituído por quatro viveiros povoados com uma população inicial de 364 milheiros de pós-larvas ($14 \text{ camarões.m}^{-2}$), sistema monofásico e fertilização inicial semelhante ao M1, porém sem fertilizações de manutenção, ou seja, sem a aplicação quinzenal de nitrato de cálcio e semanal de melação; manejo 3 (M3): composto por duas fases distintas: a fase 1 foi constituída por um berçário secundário estocado com $1.000 \text{ camarões.m}^{-2}$, tipo *raceway*, coberto com lona com dimensões de $20 \times 100\text{m}$, onde as pós-larvas foram estocadas por um período de 30 dias. A fertilização inicial foi à base de uma mistura com 250kg.ha^{-1} de farelo de trigo, 45kg.ha^{-1} de nitrato de cálcio e 40kg.ha^{-1} de melação, sendo adicionado, ainda, $0,2\text{kg.ha}^{-1}$ de probiótico (cultura única ou mista de microrganismos vivos), constituído de *Bacillus* spp. e *Lactobacillus* spp., previamente ativado em caixas de 1.000 litros por 24h com melação e água do próprio viveiro. Semanalmente, foi inoculado $0,1\text{kg.ha}^{-1}$ de probiótico e 20kg.ha^{-1} de melação (quantidades sugeridas por Avnimelech(2009), para manter uma relação C/N acima de 10). Na segunda fase, os juvenis de *L. vannamei*, com biomassa média individual de $0,98 \pm 0,05\text{g}$, foram despescados e estocados em quatro viveiros de engorda, cada um com uma população inicial de 208 milheiros de pós-larvas estocados ($8 \text{ camarões.m}^{-2}$). Cada um dos viveiros foi fertilizado inicialmente com 30kg.ha^{-1} de nitrato de cálcio e 100kg.ha^{-1} de calcário dolomítico. Fertilizações semanais foram realizadas utilizando-se 10kg.ha^{-1} de nitrato de cálcio até a despesca.

O arraçoamento para os três tratamentos consistiu na oferta de ração por meio do método de voleio. Três tipos de rações comerciais com diferentes composições foram utilizados durante o experimento. Fase 1: ração usada desde o povoamento até 10 dias de cultivo (40% PB); fase

2: ração usada logo após a fase 1 até o camarão atingir 3g (40% PB); fase 3 (ração de engorda), utilizada a partir de 3g até a despesca (35% PB). Durante o experimento, os camarões foram alimentados inicialmente quatro vezes ao dia, com oferta de ração a 10% da biomassa até os indivíduos atingirem cerca de 1g. A partir desse momento, a taxa de alimentação foi gradativamente reduzida até 2% da biomassa no final do experimento, sendo ofertado o alimento em duas refeições diárias. As variáveis físico-químicas transparência, salinidade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido (OD) foram mensuradas quinzenalmente, totalizando, ao longo do cultivo, quatro coletas. Foi utilizado um disco de Secchi e um multissensor de parâmetro de qualidade da água (HORIBA U-50). Todas as coletas foram realizadas próximo às comportas de drenagem dos viveiros, nos períodos diurno e noturno, sendo às sete horas e às 18h, respectivamente. Visando identificar a presença ou a ausência do vírus da mancha branca (white spot syndrome vírus – WSSV) nos tratamentos, foi realizada análise molecular das amostras dos pleópodos dos camarões cultivados (*L. vannamei*). O método utilizado foi análise quantitativa por qPCR em tempo real, utilizando-se o sistema de detecção TaqMan PCR (Life technologies®) e a plataforma ABI 7500 (Applied Biosystem®) para a detecção e a quantificação dos vírus da síndrome da mancha branca (WSSV). Foram coletadas e analisadas amostras de todos os tratamentos. As análises foram realizadas no Centro de Diagnóstico de Enfermidades de Organismos Aquáticos – Cedecam, do Instituto de Ciências do Mar – Labomar da Universidade Federal do Ceará.

Semanalmente foram capturados, com tarrafas com malhas de 8 a 10mm, aproximadamente 10% dos animais dos viveiros, com o intuito de se realizarem as biometrias e de se quantificarem os parâmetros zootécnicos. O ganho de massa foi calculado pela diferença entre a biomassa atual e a biomassa da pesagem anterior, enquanto o ganho de massa médio final foi calculado dividindo-se a biomassa total final pelo número de indivíduos que sobreviveram. A sobrevivência, medida em percentual, foi calculada com base na quantidade de animais despescados dividido pelo número de indivíduos estocados multiplicado por 100. A produção foi obtida por meio da soma de biomassa, em quilos, de todos os animais despescados e extrapolada

para a área de 1ha. O fator de conversão alimentar aparente (FCAA) foi calculado de acordo com a ração total ofertada dividido pela soma das biomassas finais dos camarões. As análises de custos foram do tipo *ex-post*, ou seja, custos calculados ao final do ciclo produtivo. Os dados dos preços pagos pelos insumos e víveres foram obtidos junto às instituições privadas, produtoras específicas de cada produto. Os dados dos preços praticados na comercialização em função da gramatura final dos animais foram obtidos por meio de entrevista informal junto à empresa Aquarium, que comercializa suas produções com preços praticados nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. A modalidade de custo analisada neste trabalho corresponde aos gastos totais por hectare/ano de área cultivada (custo total operacional – CTO), abrangendo os custos fixos e os custos variáveis.

Foram considerados como medidas de resultado econômico os seguintes itens: receita bruta (RB), que corresponde ao valor da produção obtida por hectare; lucro operacional (LO), que corresponde à diferença entre a receita bruta (RB) e custos totais operacionais (CTO); índice de rentabilidade (IR), que é a receita bruta (RB) dividida pelos custos totais operacionais (CTO) e o índice de lucratividade (IL), calculado dividindo-se o LO pela RB. Foi calculada ainda a relação renda investimento (RRI), que é igual à renda anual dividido pelo investimento inicial:

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Taxa interna de retorno (TIR),

sendo:

B_i = benefício total no ano i (receitas);
 C_i = custo total no ano i (capital + despesas operacionais);
 n = horizonte do empreendimento.
 $i = 0, 1, 2, \dots, j, \dots, n$.

$$PRC = \sum_{i=0}^j FLC_i = 0$$

Período de retorno do capital (PRC) ou *payback*;

sendo:

j = PRC, em anos;

FLC_i = fluxo líquido anual do empreendimento no ano i ;

n = horizonte do empreendimento.

$i = 0, 1, 2, \dots, j, \dots, n$.

$$RBC = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Y_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{K_i}{(1+r)^i}}$$

Relação benefício/custo (RBC);

sendo:

Y_i = benefício líquido anual no ano i (receita bruta menos as despesas operacionais);

K_i = capital investido no ano i (investimento inicial mais reinvestimentos);

r = taxa de desconto do empreendimento (taxa de atratividade);

n = horizonte do empreendimento.

$i = 0, 1, 2, \dots, j, \dots, n$.

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^i}$$

Valor presente líquido(VPL);

sendo:

B_i = benefício total no ano i , (receitas);

C_i = custo total no ano i (capital + despesas operacionais);

r = taxa de desconto do empreendimento (taxa de atratividade);

n = horizonte do empreendimento;

$i = 0, 1, 2, \dots, n$.

Foram mensurados ainda a diversidade do produto (DP), o número de produtos oferecidos pelo empreendimento e a diversidade de mercado (DM), bem como o número de mercados que absorvem a produção.

Para testar a normalidade e a homocedasticidade dos resultados relacionados às variáveis limnológicas, zootécnicas e econômicas, foram utilizados os testes de D'Agostinho e de Bartlett, respectivamente. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal e variância homogênea, foi aplicada análise de variância (ANOVA one-way) e, *a posteriori*, o teste de Tukey, que identificou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água esteve dentro dos limites considerados adequados para a criação de camarões (Valenti, 1985), ou seja, com valores médios variando de 28,5 a 29,0°C (Tab. 1). Entretanto, é importante destacar que, de acordo com Trejo-Flores *et al.*, (2016), intervalos de temperatura entre 28 e 30°C tendem a favorecer infecção do camarão pela mancha branca. Os valores médios de OD ficaram entre 5,6 e 7,2mg.L⁻¹, próximos aos encontrados por Krishna, *et al.* (2015), que trabalhou com densidades iniciais de estocagem variando de 40

a 80 cam.m⁻², obtendo valores médios de OD entre 4,6 e 6,2±1,2mg.L⁻¹ (Tab. 1). Em relação aos valores médios de salinidade, pôde-se constatar que eles foram elevados em todos os tratamentos (41,8 em M1; 46,0 em M2 e 61,1 em M3) (Tab. 1). A salinidade ideal para cultivo do *L. vannamei* é de 15 e 25g.L⁻¹, e o ponto de equilíbrio osmótico para essa espécie é de 24,7g.L⁻¹ (Boyd, 1989). Esses valores elevados de salinidade provavelmente se devem à localização dos viveiros de carcinicultura, que ficam próximos à região estuarina do rio Apodi/Mossoró e que, por sua vez, recebem efluentes de salinas.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão das variáveis limnológicas da água de cultivo do *L. vannamei* com diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05)

Variáveis limnológicas	Tratamentos		
	M1	M2	M3
Transparência (cm)	31,2±8,6 ^a	33,7±3,1 ^a	33,2±1,1 ^a
Salinidade (g.L ⁻¹)	41,8±1,4 ^a	46,0±1,6 ^a	61,1±0,9 ^b
Temperatura (°C)	28,9±0,2 ^a	29,0±0,6 ^a	28,5±0,1 ^a
pH	8,4±0,1 ^a	8,4±0,1 ^a	7,8±0,2 ^a
Oxigênio dissolvido(mg.L ⁻¹)	7,2±0,7 ^a	5,6±1,2 ^a	7,0±0,8 ^a

Os resultados das análises das amostras de camarões dos três tratamentos M1, M2 revelaram a presença do vírus da síndrome da mancha branca em 100% das amostras (Tab. 2). Guertler *et al.* (2013) registraram uma carga viral elevada de 5,6x10⁶, que resultou em 100% de mortalidade da população de camarão nos primeiros cinco dias de cultivo. A temperatura da

água dos viveiros pode ter auxiliado na manifestação da doença, pois vários autores citam que, em temperaturas variando entre 22 e 30°C, foram registradas mortalidades massivas atribuídas ao WSSV (Centro de Investigaciones Biológicas del Nordeste, 2008; Costa *et al.*, 2010; Rubio-Castro *et al.*, 2016; Trejo-Flores *et al.*, 2016).

Tabela 2. Carga viral de WSSV obtida por meio da análise molecular das amostras dos pleópodos dos camarões cultivados (*L. vannamei*) analisadas pelo método quantitativo por qPCR em tempo real

	WSSV	
	DNA viral	Carga viral (cópias/μg de DNA)
M1 – amostra 01	Detectado	1,39x10 ²
M2 – amostra 01	Detectado	8,43x10 ¹
M3 – amostra 01	Detectado	4,59x10 ¹
Percentual de detecção		100%

Os valores médios de sobrevivência para os tratamentos M1, M2 e M3 foram de 42,9%, 12,2% e 39,3%, respectivamente (Fig. 1). Não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos M2 e M3. Já em M1, a sobrevivência foi significativamente superior às sobrevivências observadas em M2 e M3. A salinidade elevada, provavelmente em razão do

período de estiagem na região e da grande concentração de salinas próximas ao local de criação, pode ter sido uma das causas da baixa sobrevivência dos camarões em todos os tratamentos. Decampet *et al.* (2003) obtiveram sobrevivência de 94%, ao cultivarem *L. vannamei* com salinidade de 36g.L⁻¹, e Maia *et al.* (2016) identificaram sobrevivência de 84%,

quando trabalharam com densidade de 98 cam.m⁻² em salinidade de 22g.L⁻¹, ou seja, salinidades menores daquelas registradas neste trabalho. Os resultados de Azevedo *et al.* (2013) corroboram que, em salinidades mais baixas, a sobrevivência dos camarões tende a ser mais elevada, pois, em pesquisa com 300 cam.m⁻² cultivados em salinidade inferior a 5g.L⁻¹, os autores obtiveram sobrevivência média acima de 83%. Outro fator que pode ter contribuído para a elevada mortalidade foi a constatação do vírus da mancha branca em 100% das amostras analisadas. Trejo-Flores *et al.* (2016) obtiveram sobrevivências semelhantes (50%) às encontradas neste trabalho, uma vez identificada a contaminação de *L. vannamei* por esse patógeno.

Diferenças significativas do FCAA foram encontradas entre todos os tratamentos, sendo o valor em M1 (2,95/1) significativamente superior aos valores observados nos tratamentos M2 (1,44/1) e M3 (0,22/1) (Fig.1). A sobrevivência média de apenas 42,9%, associada ao excesso de ração ministrada durante todo o cultivo em M1,

pode ter contribuído para valores mais elevados de FCAA. Já a sobrevivência reduzida de 12,2% em M2 provavelmente foi o principal fator que contribuiu para um FCAA significativamente superior em comparação aos demais tratamentos. Um dos motivos que podem ter proporcionado um FCAA significativamente inferior em M3 pode estar relacionado à estratégia de manejo adotada, que favoreceu o crescimento compensatório dos camarões causado pelas diferenças de densidades ao se transferirem os indivíduos de um ambiente de cultivo para outro, ou seja, passando da fase 1 (berçário), com 1.000 cam.m⁻², para a fase 2 (viveiro de engorda), com 8 cam.m⁻². Sookying e Davis (2011) e Brito *et al.* (2016), que trabalharam com diferentes estratégias de manejo alimentar no cultivo do *L. vannamei* com elevadas populações iniciais estocadas, obtiveram FCAA de 1,31 e sobrevivência de 94%, superior às encontradas neste trabalho, corroborando que quanto mais elevada a sobrevivência, maior será a biomassa total, reduzindo, conseqüentemente, o FCAA.

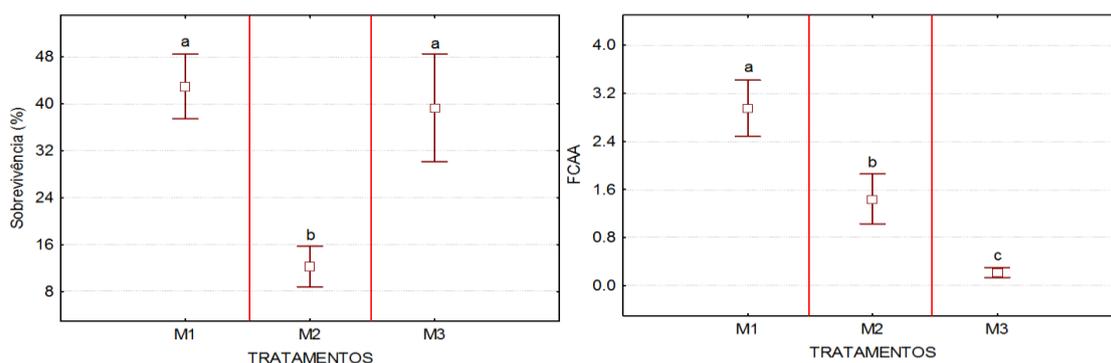


Figura 1. Valores médios e desvios-padrão do fator de conversão alimentar aparente – FCAA e da sobrevivência média dos camarões *L. vannamei* em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os tratamentos M1, M2 e M3 apresentaram biomassa individual final média de 6,3g (65 dias de cultivo) 9,4g (79 dias de cultivo) e 6,9g (51 dias de cultivo), respectivamente (Fig. 2). Não foram constatadas diferenças significativas entre as biomassas individuais finais de *L. vannamei* entre os tratamentos M1 e M3 (Fig. 2). A biomassa individual final de *L. vannamei* em M2 foi significativamente superior em relação aos demais tratamentos, provavelmente em decorrência da sobrevivência baixa, pois quanto menor a população de camarão, menor a competição por espaço e/ou por alimento, que

tende a favorecer uma biomassa individual final mais elevada dos indivíduos. De fato, Bessa Júnior *et al.* (2012) e Simão *et al.* (2013) também constataram que quanto menor a população final dos camarões, maior será a biomassa individual final dos indivíduos.

Ao final dos cultivos, os valores médios de biomassa total foram de 651,9kg.ha⁻¹ em M1, 332,2kg.ha⁻¹ em M2 e 219,0kg.ha⁻¹ em M3. Não foram verificadas diferenças significativas entre as biomassas totais dos camarões em M2 e M3, no entanto a biomassa total em M1 foi

significativamente superior em relação aos demais tratamentos (Fig. 2). Os valores significativamente superiores de biomassa total de *L. vannamei* em M1 provavelmente decorreram da densidade de estocagem inicial mais elevada (98 cam.m²), se comparadas às densidades de estocagem nos tratamentos M2 (14 cam.m²) e M3 (8 cam.m²). No entanto, apesar de a densidade de estocagem inicial em M1 ter sido sete vezes maior que em M2 e aproximadamente 13 vezes maior que em M3, os valores finais de biomassa total em M1 foram apenas cerca de

duas e três vezes maiores que os valores constatados em M2 e M3, respectivamente. Maia *et al.* (2016) estocaram camarões com densidade semelhante a M1 (98 cam.m⁻²) e obtiveram biomassa final média de 8.875kg.ha⁻¹, com sobrevivência média de 84%, sendo os camarões despescados com uma biomassa individual final de 11,3g. Isso corrobora que quanto maior a sobrevivência e a biomassa individual dos animais despescados, maior será a biomassa total produzida.

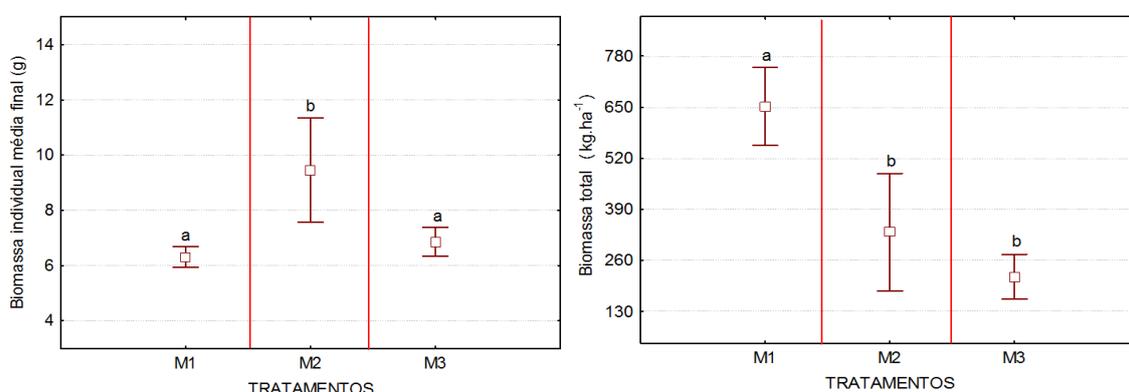


Figura 2. Valores médios e desvios-padrão da biomassa individual média e total dos camarões *L. vannamei* nos diferentes períodos e tratamentos durante o cultivo. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As análises econômicas foram baseadas em dados obtidos com a produção e os preços praticados no comércio. Os valores médios, pagos por kg de camarão aos produtores durante a comercialização do produto final, são referentes ao ano de 2016 (Tab. 3). Os preços médios praticados nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará foram elevados em razão da baixa oferta do camarão causada pela reduzida

produtividade das carciniculturas localizadas em ambos os estados, no ano de 2016, provavelmente pelo surto da mancha branca. Os valores médios pagos foram de R\$ 24,20 para os camarões dos tratamentos M1 e M3, e de R\$ 27,88 para os camarões do tratamento M2 (Tab. 3). A diferença de preço do kg de camarão para os diferentes tratamentos está relacionada à biomassa individual média final.

Tabela 3. Preços médios de comercialização dos camarões praticados no mercado do Rio Grande do Norte e do Ceará, no ano de 2016

Classificações (g)	< 8,30	8,31-10	10,1-12,4	12,5-14	14,1-16
Preço (R\$)	24,48	27,88	30,92	32,62	35,20

Fonte: Pesquisa com produtores locais.

A receita bruta – RB registrada no tratamento M1 foi significativamente superior a M2 e M3, registrando uma receita de R\$ 74.299,50 (Fig. 3). Não foram verificadas diferenças significativas das RB para M2 (R\$ 42.892,50) e M3 (R\$ 40.013,13). Para os custos totais operacionais –

CTO, todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas, sendo M1 (R\$ 205.968,55) significativamente superior a M2 (R\$ 25.526,83) e M3 (30.638,93). Em M2, os CTOs foram significativamente inferiores a M3 (Fig. 3). Os valores de RB e CTO elevados em

M1, provavelmente, foram em razão da população inicial, do tempo de cultivo e do elevado FCAA, pois custos com rações e pós-larvas podem comprometer em até 60% os custos de produção (Bessa Júnior *et al.*, 2012; Sanches *et al.*, 2013). Em qualquer sistema de produção, a comercialização deve se dar de forma que as receitas superem o capital investido. Nesse contexto, custos operacionais elevados inviabilizam o rendimento líquido máximo dos sistemas de cultivo, necessitando um aumento nos preços de venda e/ou redução nos custos de produção (Valderrama e Engle, 2002; Costa, 2005; Sanches *et al.*, 2014; Bezerra, 2017).

Shang e Merola (1987) ressaltam que o aumento da biomassa individual, atrelada à sobrevivência, constitui estratégia para minimizar o custo de produção por unidade de peso, aumentando o retorno do capital investido. Em M3, os elevados valores de CTO podem ter sido em razão da estratégia de manejo, que utilizou estufa (*raceway*) para produzir uma pós-larva maior (1,0g), tornando os custos com ela (R\$ 36,00.mil⁻¹) superiores a M2 (R\$ 8,50.mil⁻¹). É importante destacar que pesquisas adicionais na produção de camarão em *raceway* são necessárias para melhorar a tecnologia superintensiva e reduzir custos com a produção (Samochaet *et al.*, 2011).

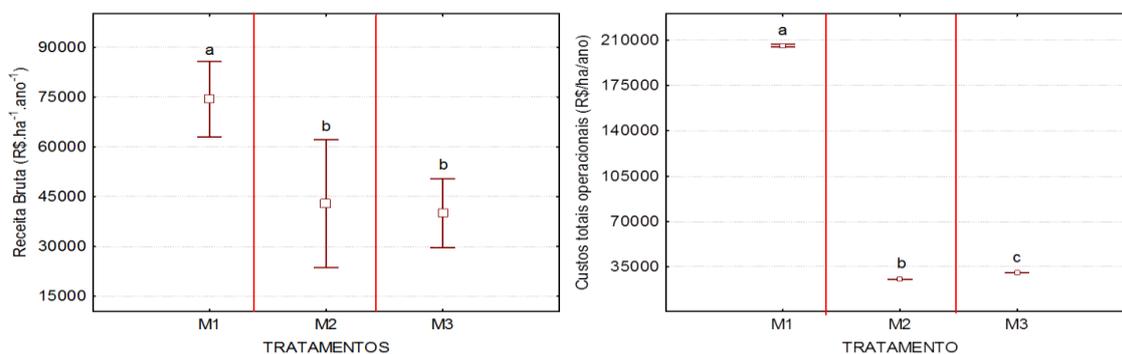


Figura 3. Valores médios e desvios-padrão da receita bruta – RB e dos custos totais operacionais – CTO no cultivo do *L. vannamei* nos diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey(P<0,05).

Os custos por kg de camarão produzido em M1, M2 e M3 foram de R\$ 58,74, R\$ 17,85 e R\$ 19,14, respectivamente (Tab. 4), em razão do elevado custo em M1. O preço pago por kg de camarão desse tratamento não cobre os custos operacionais, inviabilizando economicamente a

atividade. Já os tratamentos M2 e M3, devido ao menor custo operacional, podem gerar lucros que variam de R\$ 17.365,67 e R\$ 9.374,20. ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. O menor lucro.kg⁻¹ em M3 foi provocado pelos custos com o manejo no *raceway*.

Tabela 4. Valores médios de produção por ha/ano, lucro e custos R\$/kg na produção do camarão marinho *L. vannamei* em diferentes tratamentos, para se gerar lucro ou prejuízo em função da produção

Tratamentos	Produção média (kg/ha/ano)	Lucro (R\$/kg)	Custo (R\$/kg)
M1	3.506,64	37,46	58,74
M2	1.429,75	12,15	17,85
M3	1.600,53	5,86	19,14

Não se verificou diferença significativa da taxa interna de retorno – TIR, para os tratamentos M2 (33,7% aa) e M3 (28,8% aa), ou seja, valores mais elevados que a taxa básica de juros – Selic (13,6% aa), o que demonstra a viabilidade econômica dessa atividade quando praticada com

cultivos menos adensados. Em M1, não se verificou a TIR pelo fato de os lucros se apresentarem negativos (Tab. 5). Os valores médios da TIR encontrados em M2 e M3 foram mais elevados que os encontrados por Bezerra (2017), identificando-se TIR de 21,48% para um

cenário de investimentos sem financiamento e próximo aos encontrados por Sanches *et al.* (2014) no cultivo do robalo-flecha, os quais identificaram TIR de 28%.

O valor presente líquido – VPL em M1 foi negativo, pois o valor presente de pagamentos futuros, descontados a uma taxa de juros de 8,5% ao ano, não se pagou e acumulou prejuízos. Sanches *et al.* (2013) citam que, se a subtração do valor atual dos benefícios do valor atual dos custos ou desembolsos for positiva, o investimento é considerado financeiramente viável. Dessa forma, apenas os tratamentos M2 e M3 foram considerados viáveis economicamente, sendo o VPL menor em M3 (Tab. 5), devido ao investimento em estufa, que teve como intuito produzir camarões com biomassa individual maior e provavelmente mais resistentes ao vírus da mancha branca. Os fatores que mais afetam para mais ou para menos o VPL são os custos com investimentos, formas jovens e rações (Sanches *et al.*, 2014). Em M3, o lucro foi inferior a M2 em aproximadamente 46% (Tab. 5), isso em razão do custo de produção da pós-larva e da biomassa individual média final. Nos três tratamentos, a diversidade de produto foi baixa (1,0) devido ao sistema de cultivo (monocultivo). Já a diversidade de mercado (6,0)

foi considerada alta, pois a produção foi comercializada em vários estados, principalmente São Paulo, Santa Catarina, Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e no Distrito Federal (Tab. 5).

O período de retorno do capital – PRC, em anos para o tratamento M1, foi negativo em virtude do valor presente líquido – VPL, o qual se mostrou impagável para um fluxo de caixa com projeção para 20 anos, pois, considerando-se os investimentos e os custos operacionais, a dívida acumulada pode chegar a R\$ 2.697.770,52. O PRC em M3 (6,34 anos) foi menor que M2 (8,61 anos) provavelmente em consequência do tempo de cultivo, o que possibilitou um maior número de ciclos por ano (Tab. 5). É importante destacar que algumas atividades de aquicultura garantem o retorno do capital em menos de quatro anos. Bezerra (2017) constatou PRC menor que o encontrado em M3, ou seja, 4,38 anos. Já Sanches *et al.* (2014) observaram que o PRC no cultivo do robalo-flecha foi de três anos, ou seja, retorno do investimento bem mais rápido do que o constatado no presente trabalho. Os PRC elevados em M2 e M3 podem estar associados à reduzida biomassa final produzida, refletindo na RB menor; dessa forma, o tempo para o retorno do capital se torna maior.

Tabela 5. Valores obtidos para indicadores de sustentabilidade econômica do cultivo de *L. vannamei* nos diferentes tratamentos

Indicadores	M1	M2	M3
Receita bruta (R\$)	74.299,50	42.892,50	40.013,13
Custo operacional total (R\$)	205.968,54	25.526,83	30.638,93
Relação renda investimento (R\$)	-1,38	0,53	0,44
Taxa interna de retorno (%)	-	33,70	28,89
Período de retorno do capital (anos)	- 0,82	8,61	6,34
Relação benefício custo (R\$)	-12,80	3,41	2,23
Valor presente líquido (R\$)	-1.283.297,85	121.084,48	38.270,21
Lucro (R\$)	-131.364,94	17.375,33	9.374,20
Índice de rentabilidade	0,36	1,68	1,31
Índice de lucratividade	-1,81	0,33	0,32
Diversidade de produtos	1,00	1,00	1,00
Diversidade de mercado	6,00	6,00	6,00

Os índices de rentabilidade (IR) e a lucratividade (IL) foram significativamente inferiores no tratamento M1 quando comparado com M2 e M3

(Fig. 4), provavelmente em razão dos elevados CTO impulsionados pelos valores médios significativamente superiores de FCAA. Não se

verificaram diferenças significativas para esses índices entre os tratamentos M2 e M3. Os IR foram de 1,68 e 1,31 para M2 e M3, respectivamente, demonstrando a viabilidade da atividade, uma vez que esses índices apontam quanto se pode gerar em RB para cada um real (R\$ 1,00) investido em CTO. Os índices de lucratividade (IL) foram positivos para os tratamentos M2 (0,33) e M3 (0,32), pois, para cada R\$ 1,00 gerado na forma de receita, foram verificados lucros de R\$ 0,33 e R\$ 0,32,

respectivamente. IL mais elevado foi identificado por Bezerra (2017), registrando valor de 1,52. No entanto, este valor foi menor do que o encontrado por Campos e Campos (2006), que identificaram IL de 9,4, ou seja, índice muito superior ao encontrado no presente trabalho, demonstrando que elevadas populações iniciais podem inviabilizar economicamente a carcinicultura, especialmente na presença do vírus da mancha branca.

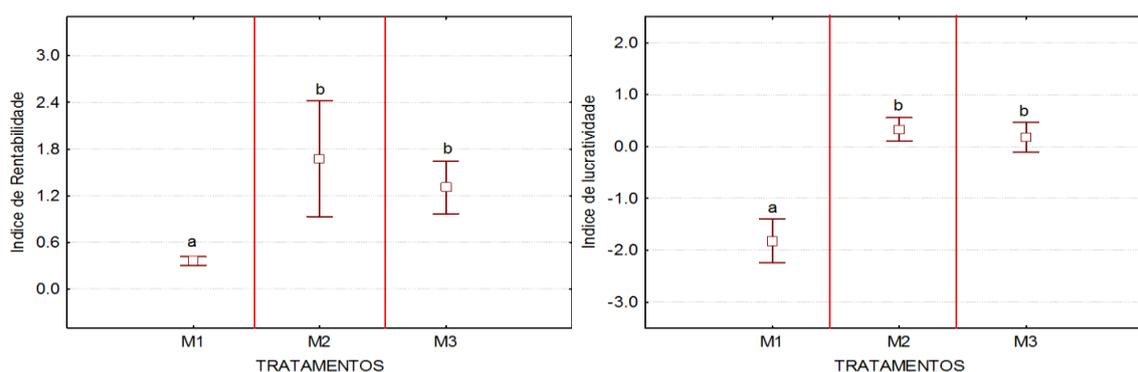


Figura 4. Valores médios mais desvio-padrão dos índices de rentabilidade (IR) e de lucratividade (IL) gerados no cultivo do *L. vannamei* nos diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CONCLUSÃO

A atividade de carcinicultura marinha no semiárido nordestino passa por um período crítico em consequência da invasão de patógenos, tais como o vírus da mancha branca, bem como do longo período de estiagem a que a região está sendo submetida nos últimos cinco anos. Produtores vêm buscando alternativas para tornar a atividade viável economicamente, por meio do emprego de diferentes estratégias de manejo e da redução das populações de camarões estocadas, com o intuito de inibir manifestações de doenças mediante diminuição do tempo de cultivo, o que gera mais ciclos e receitas por ano. Nesse contexto, constatou-se, no presente trabalho, que os cultivos adensados com elevadas populações iniciais, como no tratamento M1, geram prejuízos econômicos e zootécnicos em razão da sobrevivência reduzida, dos elevados FCAAs e da baixa biomassa individual e total produzida, configurando-se em uma atividade insustentável. A pesquisa demonstrou que o monocultivo de camarão, quando realizado com pequenas populações de camarões e submetido

ao vírus da mancha branca, como constatado nos tratamentos M2 e M3, ainda consegue garantir o retorno do capital investido em um período de seis a oito anos. Deve-se salientar que esse retorno do capital ocorreu devido aos preços praticados no mercado no ano de 2016; caso contrário, preços menores pagos por quilo de camarão também tornariam esses cultivos inviáveis economicamente. Conclui-se que, no atual cenário da atividade de carcinicultura, cultivos praticados com a utilização de menores populações iniciais com o intuito de se produzirem animais com biomassas individuais médias finais maiores, tendem a gerar mais lucros devido ao menor tempo de cultivo, ao maior número de ciclos por ano e aos preços mais elevados pagos a camarões maiores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Aquarium Aquicultura do Brasil, por disponibilizar suas estruturas, técnicos e encarregados responsáveis pelo cultivo de camarão, para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL Outlook. Paris: FAO / OECD Publishing, 2014.
- ARAÚJO, M.C.; VALENTI, W.C. Effects of feeding strategy on larval development of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Rev. Bras. Zootec.*, v.46, p.85-90, 2017.
- AVNIMELECH, Y. *Biofloc technology: a practical guide book*. Baton Rouge: World Aquaculture Society, 2009. [p.19-21].
- AZEVEDO, C. M. S. B.; SALES, R. B. S.; ARRUDA, A. M. V.; SIMÃO, B. R.; BRITO, L. O. 2013. Desempenho do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema sem renovação de água com diferentes níveis de proteína bruta e adição de melço. *Arquivos de Ciências do Mar*. v.46, p.40-46, 2013.
- BESSA JUNIOR, A.P.; AZEVEDO, C.M.S.B.; PONTES, F.S.T.; HENRY-SILVA, G.G. Polyculture of Nile tilapia and shrimp at different stocking densities. *Rev. Bras. Zootec.*, v.41, p.1561-1569, 2012.
- BEZERRA, M.A. *Indicadores de sustentabilidade na aquicultura brasileira: um estudo de caso na carcinicultura marinha no estado do Ceará*. 2017. 167f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- BOYD, C. E. Water quality management and aeration in shrimp farming. 2nd ed. Alabama Fisheries and Allied Aquacultures Departmental. Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama, USA. 1989.
- BRITO, L. O.; CHAGAS, A. M.; SILVA, E. P.; SOARES, R. B.; SEVERI, W.; GALVEZ, A.O. Water quality, Vibrio density and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in an integrated biofloc system with red seaweed *Gracilariabirdiae* (Greville). *Aquaculture Research*. v.47, p.940-950, 2016.
- CAMPOS, K.C.; CAMPOS, R.T. Alternativa econômica para o novo rural do Nordeste brasileiro: o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em água doce. *Rev. GEPEC*, vol.10, p.40-53, 2006.
- COSTA, J.E.L. A carcinicultura na região de Mossoró. 2005. 56f. Monografia (Especialização em Carcinicultura) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN.
- COSTA, S.W.; VICENTE, L.R.M.; SOUZA, T.M.; ANDREATTA, E.R. *et al.* Parâmetros de cultivo e a enfermidade da manchabranca em fazendas de camarões de Santa Catarina. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.45, p.1521-1530, 2010.
- DECAMP, O.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DELANOY, G. *et al.* Effect of salinity on natural community and production of *L. vannamei* (Boone), within experimental zero-water exchange culture systems. *Aquaculture Res.*, v.34, p.345-355, 2003.
- FAÇANHA, F.N.; OLIVEIRA-NETO, A.R.; FIGUEIREDO-SILVA, C.; NUNES, A.J.P. Effect of shrimp stocking density and graded levels of dietary methionine over the growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in a green-water system. *Aquaculture*, v.463, p.16-21, 2016.
- GUERRELHAS, A.C.B.; TEIXEIRA, A.P. Panorama da situação da Mancha Branca no Nordeste. *Panorama Aquicult.*, v.22, p.38-41, 2012.
- GUERTLER, C.; RIEG, T.; MEJIA-RUIZ, C.H.; LEHMANN, M. *et al.* Hemograma e sobrevivência de camarões marinhos após silenciamento do WSSV por RNA de interferência. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.48, p.983-990, 2013.
- HENRY-SILVA, G.G.; MAIA, C.S.P.; MOURA, R.S.T.; BESSA JUNIOR, A. P. *et al.* Integrated multi-trophic culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Amazon river prawn (*Macrobrachium amazonicum*) in brackish water. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.67, p.265-273, 2015.
- KRISHNA, P.V.; PRAKASH, B.K.; KUMAR, V.H.; PRABHAVATHI, K. Growth, survival and production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at different stocking densities under semi intensive culture systems in andhrapradesh. *Int. J. Adv. Res.*, v.3, p.446-452, 2015.

- MAIA, E.P.; MODESTO, G.A.; BRITO, L.O.; GALVEZ, A.O. *et al.* Intensive culture system of *Litopenaeusvannamei* in commercial ponds with zero water exchange and addition of molasses and probiotics. *Rev. Bio. Mar. Ocean.*, v.51, p.61-67, 2016.
- MONTALTO, V.; MARTINEZ, M.; RINALDI, A.; SARÀ, G. *et al.* The effect of the quality of diet on the functional response of *Mytilusgalloprovincialis* (Lamarck, 1819): Implications for integrated multitrophic aquaculture (IMTA) and marine spatial planning. *Aquaculture*, v.468, p.371-377, 2017.
- MOURA, R.S.T.; VALENTI, W.C.; HENRY-SILVA, G.G. Sustainability of Nile tilapia net-cage culture in a reservoir in a semi-arid region. *Ecol. Indicators*, v.66, p.574-582, 2016.
- OLSEN, Y. How can mariculture better help feed humanity? *Front. Mar. Sci.* v.2, p. 46 (2015).
- RESUMEN ejecutivo del informe final del proyecto programa integral de sanidad acuícola en camarón. La Paz: CIBNOR, 2008. p.33.
- RIBEIRO, L.F.; SOUZA, M.M.; BARROS, F.; HARTJE, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. *Rev. Gestão Costeira Integr.*, v.14, p.365-383, 2014.
- ROCHA, I.P.; RODRIGUES, J.; AMORIN, L. A carcinicultura brasileira em 2003. *Rev. ABCC*, v.6, p.30-36, 2004.
- RUBIO-CASTRO, A.; LUNA-GONZÁLEZ, A.; ÁLVAREZ-RUÍZ, P.; ESCAMILLA-MONTES, R. *et al.* Survival and immune-related gene expression in *Litopenaeusvannamei* co-infected with WSSV and *Vibrio parahaemolyticus*. *Aquaculture*, v.464, p.692-698, 2016.
- SAMOCHA, T.M.; MORRIS, T.C.; KIM, J.S.; CORREIA, E.S. *et al.* Avanços recentes na operação de raceways superintensivos dominados por bioflocos e com renovação zero para a produção do camarão branco do Pacífico, *Litopenaeusvannamei*. *Rev. ABCC*, v.13, p.62-67, 2011.
- SANCHES, E.G.; SILVA, F.C.; RAMOS, A.P.F.A. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no Nordeste do Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, v.40, p.577-588, 2014.
- SANCHES, E.G.; TOSTA, G.A.M.; SOUZA-FILHO, J.J. Viabilidade econômica da produção de formas jovens de bijupirá (*Rachycentron canadum*). *Bol. Inst. Pesca*, v.39, p.15-23, 2013.
- SHANG, Y.C.; MEROLA, N. *Manual de economia de la acuicultura*. Brasília: FAO, 1987. (Programa Cooperativo Gubernamental. Proyecto GCP/RLA/075/ITA. Apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y el Caribe).
- SIMÃO, B. R.; BRITO, L. O.; MAIA, A. S. C.; MIRANDA, L. C. *et al.* Comparing stocking densities and feeding strategies in a shrimp and tilapia polyculture in tanks. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, n.8, p.1088-1095, 2013.
- SOOKYING, D.; DAVIS, D.A. Pond production of Pacific white shrimp (*Litopenaeusvannamei*) fed high levels of soybean meal in various combinations. *Aquaculture*, v.319, p.141-149, 2011.
- TREJO-FLORES, J. V.; LUNA-GONZÁLEZ, A.; ÁLVAREZ-RUÍZ, P.; ESCAMILLAMONTES, R. *et al.* Protective effect of Aloe vera in *Litopenaeusvannamei* challenged with *Vibrio parahaemolyticus* and white spot syndrome virus. *Aquaculture*, v.465, p.60-64, 2016.
- VALDERRAMA, D.; ENGLE, C.R. Economic optimization of shrimp farming in Honduras. *J. World Aquacult. Soc.*, v.33, p.398-404, 2002.
- VALENTI, W.C. *Cultivo de camarões de água doce*. São Paulo: Nobel, 1985. 82p.