



DIFERENTES LOTES DE NÁUPLIOS DE *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) EM LARVICULTURA COMERCIAL

Different batches of nauplii of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in comercial hatchery

Jéssica Melo da Cruz Timofiecsyk¹ Rafael Queiroz dos Anjos^{2*} & Mariana Cutolo de Araujo³

¹Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

²Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Bahia

³Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

*Autor Correspondente: Queiroz-Anjos, R., e-mail: engpesca.queiroz@gmail.com

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes lotes de náuplios do *Litopenaeus vannamei* nas variáveis de produção. Foram realizados quatro ciclos com 20 dias cada em uma larvicultura comercial. Cada ciclo possuiu diferentes lotes de náuplios e todo o manejo e condições laboratoriais foram idênticas para as quatro larviculturas. Os náuplios foram distribuídos aleatoriamente nos tanques de cultivos de 15m³ com estocagem na densidade mínima de 200 náuplios/L e máxima de 217 náuplios/L. Diariamente, foram aferidos os parâmetros temperatura, salinidade e pH. Foi realizada a análise do fototaxismo naupliar com um auxílio de um béquer e uma luminária. Ao final do cultivo, ocorreu a despesca e transferência das pós-larvas para caixas de 500 litros. Posteriormente, obteve-se os dados de produção e sobrevivência a partir do valor de m_{amostra}. Os diferentes lotes foram avaliados individualmente dentro de cada larvicultura, não havendo comparação entre os cultivos. Os lotes C1, B1, B2 e C2 possuíram melhores médias de produtividade nos cultivos I, II, III e IV, respectivamente. Desta forma pode-se concluir que os diferentes lotes de náuplios influenciam nas diferentes respostas produtivas.

Palavras-chave: Camarão Branco do Pacífico; Carcinicultura; Produtividade.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the influence of different batches of *Litopenaeus vannamei* nauplii on production variables. Four cultures of 20 days each of commercial hatchery were carried out. Each cycle had different batches of nauplii and all management and laboratory conditions were identical for the four cultures. The nauplii were randomly distributed in 15m³ culture tanks with storage at a minimum density of 200 nauplii/L and a maximum density of 217 nauplii/L. Temperature, salinity and pH parameters were measured daily. Analysis of naupliar phototaxis was carried out using a beaker and a lamp. At the end of culture, the post-larvae were harvested and transferred to 500-liter boxes. Subsequently, production and survival data were obtained from the m_{sample} value. The different batches were evaluated individually within each hatchery, with no comparison between cultures. Batches C1, B1, B2 and C2 had better productivity averages in cultures I, II, III and IV, respectively. Therefore, it can be concluded that different batches of nauplii influence different productive responses.

Keywords: Pacific White Shrimp; Productivity; Shrimp Farming.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma importante atividade econômica, que tem na carcinicultura um dos seus mais importantes segmentos produtivos, sendo o *Litopenaeus vannamei* a principal espécie marinha comercializada no mundo (FAO, 2018). Em 2020, a carcinicultura mundial produziu 5,81 milhões de toneladas de *L. vannamei*, correspondendo a 51,7% da produção total de crustáceos (FAO, 2022).

Esta espécie foi introduzida no Brasil no início dos anos 90 por demonstrar uma alta capacidade de adaptação às características ocidentais e se desenvolveu ao longo dos anos com o auge no início dos anos 2000 (Santos et al., 2015). O Brasil produziu em 2023 cerca de 180.000 toneladas de *L. vannamei* (Rocha, 2023), sendo a região Nordeste responsável por mais de 99% desta produção, com destaque para os estados do Ceará e o Rio Grande do Norte.

Almejando o fortalecimento e expansão da carcinicultura, é necessário estabelecer uma cadeia produtiva capaz de suprir a demanda de mercado pelos três elos envolvidos: os laboratórios de larvicultura, responsáveis pelo fornecimento das pós-larvas, as fazendas de “engorda”, que realizam o processo de desenvolvimento e crescimento dos animais, e as unidades de beneficiamento, que preparam o produto para o mercado interno e externo (Sampaio & Costa, 2004).

O plantel de reprodutores de *L. vannamei* no Brasil foi formado por camarões marinhos importados de diferentes países da América banhados pelo Oceano Pacífico. No entanto, em 1998 a importação de animais oriundos da pesca ou de cultivo foi proibida a fim de vetar indiretamente introdução de patógenos exóticos (Freitas et al., 2007). Logo, a reprodução e a larvicultura vem ocorrendo com os indivíduos importados antes deste ano, com o acasalamento de indivíduos com alto grau de parentesco (Moss & Moss, 2009).

Para o cultivo de qualquer espécie é imprescindível que seja estabelecido o banco de reprodutores a partir do lote fundador com altos níveis de variação genética e elevado número de indivíduos não relacionados (Allendorf et al., 1987). Para garantir que não haja redução e perda dessa variabilidade, os reprodutores e descendentes devem ser corretamente identificados e separados. E assim, é garantido que não ocorra o endocruzamento entre semelhantes, mitigando os efeitos possíveis da consanguinidade.

A utilização de reprodutores geneticamente não aparentados pode aumentar a variação genética dentro de novos estoques, reduzindo possíveis efeitos negativos causados pela deriva genética e/ou endogamia (Thorpe et al., 2000). A variabilidade genética pode garantir a adequação da espécie ou da população, podendo aumentar a capacidade de adaptação a ambientes em mudança (Dunham, 2004). Além disso, o acasalamento de indivíduos próximos gera descendentes ao longo do tempo mais suscetíveis a doenças e com baixo desempenho e consequentemente, baixa qualidade (Freitas et al., 2007).

Diversos estudos são desenvolvidos voltados para a larvicultura do *L. vannamei* (Chen et al., 2023; Pandey et al., 2023). Contudo, há poucos estudos sobre a produtividade em escala real/comercial. Logo, a avaliação das variáveis de produção de diferentes lotes de náuplios em escala comercial se faz necessária, contribuindo, deste modo, com informações relevantes para o desenvolvimento da cadeia produtiva. A partir do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar a influência de diferentes lotes de náuplios de *L. vannamei* nas variáveis de produção em uma larvicultura comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

CONDIÇÕES DE CULTIVO

O estudo foi realizado em uma larvicultura comercial localizada no distrito de Barreiras em Macau, no estado do Rio Grande do Norte. Foram realizados quatro ciclos de cultivo larval de *L. vannamei* com duração de 20 dias cada. Cada ciclo de cultivo possuiu diferentes lotes de náuplios, bem como número de repetições (Tabela 1).

Ciclos de cultivo	Lote	Repetições
I	A, B1, C1	3
II	A, B1	5
III	A, B2	4
IV	C2, D	5

Tabela 1. Dados dos lotes e das repetições que compuseram os quatro ciclos de cultivo larval realizados em um larvicultura comercial localizada no distrito de Barreiras em Macau, no estado do Rio Grande do Norte entre os meses de fevereiro a maio de 2021.

Todo o manejo e condições laboratoriais foram idênticos para as quatro larviculturas. Os parâmetros da água (temperatura e salinidade e pH) dos tanques de cultivo foram aferidos duas vezes ao dia (07h00 e 17h30) e estiveram dentro da faixa ótimo para a espécie (Smith et al., 1992). Os valores mínimos e máximos estão apresentados na Tabela 2.

MANEJO ALIMENTAR

Os alimentos foram oferecidos de acordo com as necessidades nutricionais e hábito alimentar exigidos por cada estágio larval. Foram ofertadas microalgas, náuplios de artêmia e dietas seca, semi-úmida e úmida. As microalgas foram fornecidas durante todo o ciclo, nas fases iniciais como fonte de alimento e posteriormente, como equilíbrio do meio, garantindo um ambiente de boa qualidade. Os náuplios de artêmia foram ofertados na frequência de quatro vezes ao dia, congeladas no estágio de misis e vivos no estágio de pós-larva. As dietas (rações) foram ofertadas quatro vezes ao dia nos primeiros estágios larvais, a cada quatro horas na fase de misis e a cada duas horas na fase de pós-larvas.

Tabela 2. Valores mínimos e máximos de salinidade (S) e temperatura (T°C), e de pH, encontrados nas unidades experimentais dos quatro cultivos.

Cultivo	T°C (Mínima)	T°C (Máxima)	S (Mínima)	S (Máxima)	pH
I	30,1°C	31,4°C	30,2	31,7	8,2
II	30,6°C	31,3°C	29,2	32,2	
III	30,1°C	30,7°C	29,2	31,8	8,2
IV	29,8°C	30,4°C	30,2	31,7	8,2

Os náuplios foram distribuídos aleatoriamente nos tanques de cultivos de 15.000 litros, sendo esses de alvenaria revestidos com fibra em gel e instalados no interior de estufas agrícolas. Os lotes de náuplios foram estocados na densidade mínima de 200 náuplios/L e máxima de 217 náuplios/L.

PARÂMETROS AVALIATIVOS

A identificação e separação dos náuplios saudáveis, para povoamento dos tanques, foram realizadas nos laboratórios de origem. Na larvicultura, foram verificadas a fototaxia positiva dos náuplios para determinar se estes estavam aptos a serem estocados. A verificação do estado dos náuplios foi realizada a partir da coleta de uma amostra aleatória de indivíduos em 250 mililitros. Foi incidida uma luminária (luz fluorescente) para verificação do fototaxismo naupliar. Posteriormente, com uma pipeta *Pauster*, foram coletados aleatoriamente os náuplios da amostra. Estes foram avaliados sob microscópio binocular para verificação do estágio naupliar (N_{III} e N_{IV}), bem como sujidades e incrustações. Os animais foram descartados em caso de baixa atividade locomotora ou em caso de danos sofridos no transporte.

Ao final do cultivo, com a despesca total dos tanques, as pós-larvas foram transferidas para caixas de 500 litros com 450 litros úteis de água, com mesma salinidade e temperatura dos respectivos tanques de origem. Foi coletada uma amostra de pós-larvas e transferidas para um béquer de 200 mL, e com auxílio de balança digital, foram amostrados 1 grama de animais. Esse processo foi realizado em triplicata para estimar os dados de PL grama (quantidade média de pós-larvas em 1 grama de amostra). Cada amostra foi colocada aos poucos numa peneira de aro de plástico com diâmetro de 15 centímetros e malha de 500 micrômetros. Nesta foi realizada a contagem, em triplicata.

Em seguida a retirada das amostras, um béquer de 145 mililitros foi mergulhado para coletar cinco vezes consecutivas, seguindo o mesmo procedimento anterior. As contagens das amostras foram somadas e divididas pela quantidade de vezes, resultando na média de pós-larvas presente em 145 mililitros, media essa denominada “m” amostra.

A partir do valor de “m” amostra obtido, foi estimada a produtividade de pós-larvas por tanque de acordo com a fórmula:

$$\text{Produtividade} = (m_{\text{amostra}} / \text{volume do béquer da amostra}) \times 1000$$

Com o valor da produtividade, foi estimada a sobrevivência das pós-larvas nos tanques de cultivo pela seguinte equação:

$$\text{Sobrevivência} = (\text{produtividade} / \text{densidade}) \times 100$$

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada utilizando o programa RStudio (Versão 1.4.1103). As variáveis de produção dos quatro cultivos foram submetidas ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk), homocedasticidade (Bartlett) e a análise de variância (ANOVA). Após a ANOVA, os dados do Cultivo I foram submetidos ao Teste de Tukey ($p < 0,05$) e os dados dos Cultivos II, III e IV foram submetidos ao Teste T *Student* ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 3, no cultivo larval I, a sobrevivência entre os lotes não apresentou diferenças significativas entre as médias ($p < 0,05$). Já para a variável PL grama, o Lote B1 possuiu diferença dos demais ($p < 0,05$), com maior quantidade de indivíduos por grama. A produtividade, nos lotes A e C1 diferiram significativamente ($p < 0,05$), sendo a maior produtividade no lote C1.

Tabela 3. Valores (média \pm desvio padrão) de sobrevivência, PL Grama e produtividade dos lotes A, B1 e C1 utilizados no cultivo I de *Litopenaeus vannamei* em uma larvicultura comercial.

Variável	Lote A	Lote B1	Lote C1
Sobrevivência (%)	69,0 \pm 4,6	79,7 \pm 5,9	82,0 \pm 3,6
PL grama (Ind/g)	185,3 \pm 14,5 ^B	230,7 \pm 59,2 ^A	178,7 \pm 37,5 ^B
Produtividade (PL's/L)	138,0 \pm 9,2 ^B	159,3 \pm 11,7 ^{AB}	164,0 \pm 7,2 ^A

Nota: Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$), teste de Tukey.

As médias de sobrevivência dos lotes no cultivo larval II não diferiram, porém, o lote B1 apresentou o maior número de indivíduos por grama e a maior produtividade (Tabela 4).

Tabela 4. Valores (média \pm desvio padrão) de sobrevivência, PL Grama e produtividade dos lotes A e B1 utilizados no cultivo larval II de *Litopenaeus vannamei* em uma larvicultura comercial.

Variável	Lote A	Lote B1
Sobrevivência (%)	71,0 \pm 4,6	75,4 \pm 4,6
PL grama (IND/g)	156,6 \pm 21,7 ^B	212,0 \pm 43,2 ^A
Produtividade (PL's/L)	145,0 \pm 9,3 ^B	150,8 \pm 9,2 ^A

Nota: Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de T de Student.

De acordo a Tabela 5, todas as variáveis do Lote B2 diferiram do Lote A, apresentando maior sobrevivência e produtividade, bem como um maior número de pós-larvas por grama no cultivo larval III.

Tabela 5. Valores (média \pm desvio padrão) de sobrevivência, PL Grama e produtividade dos lotes A e B2 utilizados no cultivo larval III de *Litopenaeus vannamei* em uma larvicultura comercial.

Variável	Lote A	Lote B2
Sobrevivência (%)	62,0 \pm 6,8 ^B	85,0 \pm 7,0 ^A
PL Grama (Ind/g)	165,5 \pm 15,4 ^B	241,0 \pm 15,0 ^A
Produtividade (PL's/L)	126,7 \pm 12,3 ^B	170,0 \pm 13,9 ^A

Nota: Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de T de Student.

No cultivo larval IV, as médias da sobrevivência dos lotes não diferiram entre si. No entanto, o lote C2 proporcionou produtividade superior à do lote D. Enquanto no lote D houve maior quantidade de indivíduos por grama (Tabela 6).

Tabela 6. Valores (média \pm desvio padrão) de sobrevivência, PL Grama e produtividade dos lotes C2 e D utilizados no Cultivo IV de *Litopenaeus vannamei* em uma larvicultura comercial.

Variável	Lote C2	Lote D
Sobrevivência (%)	82,8 \pm 6,4	78,2 \pm 8,2
PL Grama (Ind/g)	113,6 \pm 26,0 ^B	237,4 \pm 31,6 ^A
Produtividade (PL's/L)	180,2 \pm 13,8 ^A	156,4 \pm 16,5 ^B

Nota: Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de T de Student.

As linhagens brasileiras de reprodutores foram criadas em diferentes laboratórios/larviculturas, utilizando seus próprios animais nascidos em cativeiro. Consequentemente, esses reprodutores apresentam características peculiares (Freitas et al., 2007), que são transmitidas para suas futuras gerações. E desta forma, ocasionando diferentes lotes de larvas, com variabilidade genética distinta de cada laboratório/larvicultura. No entanto, de acordo com Lima et al. (2010), a variabilidade genética entre os laboratórios/incubatórios pode ser baixa, devido a estes, provavelmente, terem acessado um estoque fundador de composição genética semelhante. Ou seja, diferentes origens do *L. vannamei* (México, Guatemala, Panamá, Colômbia, Equador e Peru), proveniente das importações passadas, contribuíram para a criação do *pool* genético de reprodutores no Brasil.

De acordo com Moss & Moss (2009), a qualidade do plantel influencia toda a cadeia produtiva da carcinicultura, desde as taxas de crescimento e de sobrevivência, além de outras características das larvas. Bem como a origem das pós-larvas influencia nos resultados alcançados pelos cultivos nas fases subsequentes (Bezerra et al., 2007).

A qualidade dos diferentes lotes naupliários não influenciou a taxa de sobrevivência das pós-larvas nos cultivos larvais I, II e IV. Porém, no cultivo larval III, os diferentes lotes podem ter influenciado diferença nesta variável. Os parâmetros da água foram mantidos dentro do recomendado para a espécie, logo as sobrevivências nos cultivos não sofreram influência destas variáveis, apenas houve diferença ($p < 0,05$) no cultivo III, podendo esta ser explicada pela qualidade do lote B2 ser superior ao lote A.

As variáveis PL grama e produtividade sugerem alta influência da qualidade dos lotes. O maior número de PL's por litro, indica que ao final do ciclo larval, o número de pós-larvas aptas a serem comercializadas e/ou direcionadas para as fazendas de crescimento serão maiores ocasionando em maior lucratividade para a larvicultura. Logo, os lotes C1, B1, B2 e C2 se sobressaem nos cultivos I, II, III e IV, respectivamente, para esta variável. Todavia, nos cultivos I e IV, os lotes C1 e C2, além de melhores resultados de produtividade, apresentaram menor PL Grama. Entretanto, menor PL Grama pode indicar que os indivíduos do lote possuem maior peso, isso aliado a uma maior produtividade pode acarretar no fornecimento de um maior número de pós-larvas com pesos maiores.

A variabilidade genética, dentro de uma população, expressa os índices de similaridade ou divergência entre os indivíduos (Freitas & Galetti-Júnior, 2001), podendo impactar diretamente nas características produtivas de uma larvicultura. Desta forma, é necessário estabelecer o grau desta variabilidade, para se compreender e estabelecer a intensidade da influência genética nos resultados de produção.

CONCLUSÃO

Os diferentes lotes em cada cultivo larval, possivelmente, obtiveram os resultados de produção de acordo com a carga genética de seus locais de origem. Acredita-se que a variabilidade genética foi o fator de principal influência nas variáveis de produção, sendo um determinante primordial para o sucesso de um cultivo. Desta forma, são necessários mais estudos sobre lotes de larvas de *L. vannamei*, visando a caracterização da variabilidade genética destes grupos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Jaqueline Medeiros e a empresa Larvi Aquicultura pela colaboração no desenvolvimento do estudo.

REFERÊNCIAS

- Bezerra, A.M., Silva, J.A.A. & Mendes, P.P. (2007). Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(3), 385-391. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300012>
- Chen, H., Sun, D., Liu, W., Li, S. & Tan, H. (2023). Stocking density effects on pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* hatchery performance in algal-bacterial biofloc systems. *North American Journal of Aquaculture*, 85(1), 3-12. DOI: <https://doi.org/10.1002/naaq.10264>.
- Dunham, R.A. (2004). *Aquaculture biotechnology and fishing, genetic approaches*. (1st ed.). Cabi Digital Library. Disponível em <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851995960.0000>
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals. FAO, Rome.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). The state of world fisheries and aquaculture. Towards blue transformation. FAO: Rome.
- Freitas, P.D. & Galetti-Júnior, P.M. (2001). Um pouco da genética de nossos plantéis reprodutores de *Litopenaeus vannamei*. *Revista da ABCC*, 1, 20-23.

- Freitas, P.D., Calgaro, M.R. & Galetti-Júnior, P.M. (2007). Diversidade genética dentro e entre reprodutores do camarão branco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Decapoda, Penaeidae) e sua implicação para a conservação do conjunto gênico. *Brazilian Journal of Biology*, 67(4), 939-943. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000500019>
- Lima, A.P.S., Silva, S.M.B.C., Oliveira, K.K.C., Maggioni, R. & Coimbra, M.R.M. (2010). Genética de duas larviculturas de camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em Pernambuco, Brasil. *Ciência Rural*, 40(2), 325-331. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000008>.
- Moss, S.M. & Moss, D.R. (2009). Selective breeding of penaeid shrimp. In: Shumway, S., Rodrick, G. E. (Eds), *Shellfish Safety and Quality*. (pp. 425-452). Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1533/9781845695576.3.425>.
- Pandey, A., Pathan, M., Ananthan, P.S., Sudhagar, A., Krishnani, K.K., Sreedharan, K., Kumar, P., Thirunavukkarasar & Harikrishna, R. (2023). Stocking for sustainable aqua-venture: Optimal growth, yield and economic analysis of *Penaeus vannamei* culture in inland saline water (ISW) of India. *Environment, Development and Sustainability*, 33, 6913-6942. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-023-02993-9>.
- Rocha, I. (2023). Carcinicultura marinha: Uma análise da produção, exportações e importações mundial em 2023 e os desafios e projeções para 2024. ABCC. Disponível em <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2024/03/Revista-Feeffood-Coluna-Abcc-News-Marco-2024-1.pdf>.
- Sampaio, Y. & Costa, E.F. Geração de empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão cultivado. *Aquaculture Economics & Management*, 8(3-4), 143-155.
- Santos, C.S., Araújo, M.V.P. & Almeida, S.T. (2015). A carcinicultura no Rio Grande do Norte: perspectivas e desafios. *Desenvolve - Revista de Gestão do Unilasalle*, 4(2), 131-153. DOI: <https://doi.org/10.18316/2316-5537.15.7>.
- Smith, L.L., Biedenbach, J.M. & Lawrence, A L. (1992). Penaeid larviculture: Galveston method. In: Fast, A. W., Lester, L. J. (Eds), *Marine shrimp culture: Principles and practices*. (pp. 171-191). Elsevier. Disponível em https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781483291048_A23885173/preview-9781483291048_A23885173.pdf.
- Thorpe, J.P., Solé-Cava., A.M., Watts, P.C. (2000). Invertebrados marinhos explorados: genética e pesca. *Hidrobiologia*, 420, 165-184.