

CRESCIMENTO DO CAMARÃO-CINZA, *Litopenaeus vannamei*, SOB UM SISTEMA DE CULTIVO INTENSIVO

Growth of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under an intensive farming system

Mozart Marinho Junior¹, Antonio Aduato Fonteles-Filho²

RESUMO

Este estudo tem por objetivo avaliar a influência da época do ano, localização geográfica dos viveiros e densidade de cultivo sobre a taxa de crescimento do camarão-cinza, *Litopenaeus vannamei*, desde a fase de pós-larva até o tamanho comercial. Os dados são oriundos de 136 cultivos realizados em 13 viveiros de uma fazenda comercial entre outubro de 2001 e julho de 2007. O sistema de cultivo adotado foi o intensivo, com duração média de $23,19 \pm 1,07$ semanas e peso médio final de $14,09 \pm 9,64$ g. Para efeito da análise estatística do crescimento, os dados foram agrupados conforme três tratamentos: época de início do cultivo - primeiro e segundo semestres; local do cultivo, de acordo com áreas ao norte e ao sul do canal de abastecimento; densidade de estocagem - ≤ 60 camarões/m² e > 60 camarões/m². A variável sob análise foi peso individual (g)/semana, ajustado a equações de regressão para comparação das taxas de crescimento por meio do coeficiente angular, submetida aos testes F e t. Os resultados são os seguintes: (1) há diferença de crescimento entre os semestres do ano ($t = -8,480$; $P < 0,01$; $F = 63,78$; $P < 0,01$), com maior taxa de crescimento obtida durante o segundo semestre ($b = 0,996$) provavelmente devido à estabilidade na salinidade da água; (2) a taxa de crescimento foi mais rápida na densidade de ≤ 60 PL/m² ($b = 0,995$), segundo os testes $t = 9,405$ ($P < 0,01$) e $F = 44,52$ ($P < 0,01$); (3) a taxa de crescimento foi mais elevada na área ao norte do canal de abastecimento, com significância estatística evidenciada pelos valores de $t = 4,209$ ($P < 0,01$) e $F = 25,57$ ($P < 0,01$).

Palavras-chaves: *Litopenaeus vannamei*, taxa de crescimento, época do cultivo, densidade de estocagem, local do cultivo.

ABSTRACT

This research work aimed at evaluating the influence of the onset of cultivation, geographical position and stock density on the growth rate of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared from postlarva through to its commercial size. The databank refers to 136 production cycles carried out in 13 ponds of a commercial shrimp farm from October, 2001 to July, 2007. The intensive rearing system was adopted with a mean farming period of 23.19 ± 1.07 weeks leading to a mean final weight of 14.09 ± 9.64 g. For the purposes of statistical analysis of the growth rate the data were grouped according to the following treatments: onset of cultivation, on the first and second semesters of the year; stock density, as ≤ 60 shrimps.m⁻² and > 60 shrimps.m⁻²; farming site, considering areas to the north and south of the supply channel. Individual mean weight (g) per week was the analyzed variable, fitted to regression equations for the comparison of growth rates through the regression slope submitted to the F-test and Student's t test. The results are as follows: (1) there is a statistical difference in growth between the semesters ($t = -8.480$; $P < 0.01$; $F = 63.78$; $P < 0.01$), the higher rate having been found to occur during the second semester ($b = 0.996$), probably on account of the water salinity's stabilization; (2) the growth rate was quicker for a stock density of ≤ 60 shrimps.m⁻² ($b = 0.995$), after the tests results, namely $t = 9.405$ ($P < 0.01$) and $F = 44.52$ ($P < 0.01$); (3) the growth rate was higher in the area to the north of the supply channel, with a statistical significance borne out by the values of $t = 4.209$ ($P < 0.01$) and $F = 25.57$ ($P < 0.01$).

Key words: *Litopenaeus vannamei*, growth rate, onset of cultivation, stock density, cultivation site.

¹ Engenheiro de Pesca, M.Sc., Atlântico Maricultura. E-mail: momaju@gmail.com

² Professor aposentado e pesquisador do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Av. da Abolição, 3207, Fortaleza. E-mail: afontele@labomar.ufc.br

INTRODUÇÃO

A totalidade das fazendas de camarões marinhos no Nordeste do Brasil utiliza o camarão-cinza, *Litopenaeus vannamei*, como matéria-prima do produto do cultivo. Adota-se o sistema de criação semi-intensiva e a maioria das fazendas ainda se localiza próximo à costa, embora haja uma tendência crescente para o número de empreendimentos se localizarem em áreas mais afastadas.

O sucesso comercial de um cultivo depende de vários fatores: taxa de conversão alimentar, densidade de estocagem inicial, sobrevivência final, peso médio final, tempo de cultivo e produtividade. Dentre os insumos destacam-se a qualidade de água, o valor biológico das pós-larvas (PL) e da ração utilizada. Todos estes fatores são interdependentes, mas podem ser combinados de forma a fornecer um índice para avaliação geral do resultado.

O manejo de camarões no sistema intensivo privilegia o uso de matéria-prima de excelente qualidade, ração com boa aceitação pelos indivíduos e estocagem com densidades compatíveis com a capacidade de carga dos viveiros de produção, no sentido de otimizar a taxa de crescimento sob a premissa da redução dos custos operacionais.

Este estudo tem por objetivo avaliar a influência da época do ano, localização geográfica dos viveiros e densidade de cultivo sobre a taxa de crescimento dos camarões, medido na forma de ganho de peso (g/semana) em condições comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados analisados são oriundos de 136 cultivos realizados em 13 viveiros de uma fazenda comercial entre outubro de 2001 e julho de 2007. O sistema de cultivo adotado é o intensivo, com densidade média inicial de 62,44 pos-larvas/m² e aeração média de 6 hp/ha. O manejo consistia da utilização de tanques-berçários onde as PLs permaneciam por um período mínimo 10 dias, sendo em seguida transferidas para os viveiros de engorda onde permaneciam até a despesca final. Durante esta fase, os camarões eram alimentados com ração balanceada comercial, contendo 35% de proteína, e ofertada três vezes ao dia. Os dados são apresentados como média \pm erro padrão.

A área total de espelho d' água era de 47,5 ha e os viveiros tinham uma área individual variando entre 2,78 e 4,65 ha. O número de cultivos por viveiro variou entre 7 e 12, sendo que dois deles foram cultivados menos vezes, pois só entraram em operação em data posterior aos demais. O tempo médio

de cultivo foi de $23,19 \pm 1,07$ semanas. O peso médio obtido ao final do cultivo foi de $14,09 \pm 9,64$ g, variando de 8,82 a 28,46 g. Para efeito de estudo, dividimos a área em norte e sul, aproveitando a divisão natural feita pelo canal principal de abastecimento, onde estão localizados, respectivamente, seis e sete viveiros (Figura 1).



Figura 1 - Planta de localização dos viveiros.

Os dados estão bem distribuídos e equilibrados entre local de cultivo, época do ano e densidade de cultivo, o que significa uma grande vantagem no desenvolvimento da análise estatística. Em primeiro lugar, os viveiros foram analisados individualmente, comparando-se todos os cultivos de um mesmo viveiro através do teste F para avaliar se havia diferença de crescimentos entre aqueles realizados em um mesmo viveiro. Os resultados da Tabela I indicam que há um elenco de fatores agregados (densidade de cultivo e época do ano) que contribuem para essa diferença, com significância $\alpha = 0,01$.

Numa segunda etapa, todos os cultivos foram agrupados conforme três tratamentos:

Local de cultivo - viveiros povoados na área ao norte do canal de abastecimento

(N = 66) contra viveiros povoados na área ao sul do canal de abastecimento (N = 70) - ver Figura 1.

Densidade - considerando como critério os viveiros povoados com densidade maior ou igual a 60 camarões/m² (N = 66) contra viveiros povoados com densidades inferiores a 60 camarões/m² (N = 70).

Época de cultivo - onde foram comparados os crescimentos dos cultivos iniciados durante o pri-

meiro semestre (N = 63) contra os crescimentos iniciados durante o segundo semestre (N = 73).

Tabela I - Valores básicos para a aplicação e resultados do teste F para avaliar diferenças na taxa de crescimento do camarão-cinza, *Litopenaeus vannamei*, em diversos viveiros de cultivo.

Viveiros	SQc	SQp	GLp	Valor de F	Valor de P
V1	280,3	255,8	167	16,03	< 0,01
V2	58,2	48,0	167	35,30	< 0,01
V3	54,2	52,3	167	6,10	< 0,01
V4	60,1	56,7	167	9,82	< 0,01
V5	35,2	34,2	167	4,78	< 0,01
V6	64,5	61,2	167	8,93	< 0,01
V7	40,3	38,1	167	9,58	< 0,01
V18	51,2	50,3	167	3,17	< 0,01
V19	42,9	41,9	167	3,95	< 0,01
V20	37,8	34,8	167	14,35	< 0,01
V21	61,2	60,7	167	1,24	< 0,01
V22	38,9	36,1	167	13,14	< 0,01
V23	41,3	38,8	167	10,56	< 0,01

Tendo em vista que a variável peso individual apresenta distribuição normal assimétrica e, portanto, os dados sobre o ganho semanal de peso (W_t /semana) foram logaritmizados para viabilizar a aplicação de uma regressão linear seqüencial, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\ln W_{t+\Delta t} = \ln A + b \ln W_t$$

onde, W_t = peso individual numa determinada semana; $W_{t+\Delta t}$ = peso individual na semana seguinte; $\ln A$ = interseção da regressão log-transformada; b = coeficiente angular da regressão; Δt = semana.

A comparação entre os valores do coeficiente angular estimados para cada tratamento foi feita através dos testes F (Neter & Wasserman, 1974) e t (Ivo & Fonteles-Filho, 1997), pelas fórmulas;

$$F = \frac{\left(\frac{SQ_c - SQ_p}{k-1} \right)}{\frac{SQ_p}{GL_p}}$$

onde, F é variável padronizada da Análise de Variância, SQ_c e SQ_p representam o somatório dos quadrados residuais das regressões conjunta e ponderada, GL_p representa o número de graus de liberdade na regressão ponderada e k é o número de equações de regressão sob teste.

$$t = \frac{b_1 - b_2}{s_{b_1 - b_2}}$$

$$s_{b_1 - b_2} = \sqrt{\frac{(s_{yx}^2)_p}{(Sxx)_1} + \frac{(s_{yx}^2)_p}{(Sxx)_2}}$$

onde, b_1 e b_2 são os coeficientes angulares sob comparação nos três tratamentos, $s_{b_1 - b_2}$ é o erro da diferença entre b_1 e b_2 , $(s_{yx}^2)_p$ é a covariância de yx , e Sxx é o somatório dos quadrados dos desvios para a variável independente (x).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística estão abaixo apresentados e discutidos, de acordo com os três tratamentos considerados influentes na variação da taxa de crescimento em peso do camarão-cinza.

Época do Ano

Ficou evidente durante o estudo que há diferenças de crescimento do camarão-cinza entres os dois semestres do ano ($t = -8,480$; $P < 0,01$; $F = 63,78$; $P < 0,01$), com maior taxa obtida durante o segundo semestre ($b = 0,996$) provavelmente devido à maior estabilidade na salinidade da água (Tabela II). O primeiro semestre se caracteriza como a estação chuvosa, relativamente curta enquanto que no segundo semestre o período seco é longo e caracterizado por forte insolação. Esta alternância climática tem impacto direto sobre a salinidade das águas captadas para o abastecimento dos viveiros, e sobre a temperatura e incidência diária de luz solar nos viveiros,

Tabela II - Valores básicos para aplicação e resultados dos testes t e F para comparação de taxas de crescimento do camarão-cinza, *Litopenaeus vannamei*, numa fazenda de cultivo.

Estimativas	Época do Ano		Densidade		Local	
	Semestre I	Semestre II	≤ 60 PL/m ²	> 60 PL/m ²	Norte	Sul
Sxx	525,2	619,1	671,2	479,8	517,3	633,4
Syy	514,9	613,8	664,7	468,6	511,9	622,8
Sxy	519,9	616,4	667,9	474,0	514,5	627,9
SQres	0,278	0,090	0,123	0,317	0,140	0,294
GL	1.230	1.530	1.485	1.275	1.297	1.463
B	0,989	0,996	0,995	0,988	0,995	0,991
(S ²) _p	0,000133		0,000159		0,000157	
S _(b1-b2)	0,000685		0,000754		0,000743	
Valor de t	- 8,480		9,405		4,209	
Valor de F	63,78		44,52		25,67	
Significância	P < 0,01		P < 0,01		P < 0,01	

sendo estes os principais fatores abióticos a afetar o crescimento de camarões peneídeos em fazendas de cultivo (Kumlu *et al.*, 2000).

Embora estas espécies sejam eurialinas, desvios em relação à salinidade ótima causam mudanças fisiológicas significantes (Setiarto *et al.*, 2004), podendo-se inferir que a salinidade de 25‰ aumenta a eficiência do crescimento por exercer uma forte influência sobre vários parâmetros energéticos (Ye *et al.*, (2009). Tanto a frequência quanto a amplitude das variações de salinidade têm um significativo impacto na taxa de crescimento de juvenis de *P. vannamei*. (Feng *et al.*, 2008). Quanto à temperatura, os dados disponíveis para o período de janeiro/2005 a junho/ 2007 apresentaram média anual de $28,3 \pm 0,38$ °C, variando na faixa de 25,6-30,4°C. Os valores mensais mínimo e máximo ocorreram em agosto e março, e, nos períodos da manhã e tarde as médias foram 27,2°C e 29,4°C, respectivamente.

A temperatura média do local está dentro dos limites preferidos para camarões. A temperatura preferencial para *P. stylirostris* foi de $27,8 \pm 1,44$ C e independe da salinidade (Denisse Re *et al.*, 2006); para *P. merguensis*, o maior aumento de biomassa e produção realiza-se à temperatura de 28°C (Staples *et al.*, 1991); o crescimento do *P. vannamei* é extremamente sensível a pequenas variações de temperatura (James *et al.*, 1995), registrando-se taxas ligeiramente inferiores num nível abaixo de 26°C, e crescimento nulo em temperaturas inferiores a 22°C (VanWyk *et al.*, 1999; Tsuzuki *et al.*, 2000).

Densidade de estocagem

A taxa de crescimento apresentou-se mais acelerada para densidades menores do que 60 PL/m² ($b = 0,995$), com significância estatística determinada pelos dois testes aplicados: $t = 9,405$ ($P < 0,01$) e $F = 44,52$ ($P < 0,01$), de acordo com a Tabela II. A intensificação do cultivo é utilizada como um meio de se aumentar a produção, mas esta prática pode produzir efeitos inversos quando a densidade de estocagem chega a níveis que inviabilizem a capacidade de competição dos indivíduos por alimento e espaço.

Essa tendência foi evidenciada em diversos trabalhos de pesquisa: *P. esculentus*, em densidades semelhantes à deste trabalho (Arnold *et al.*, 2006); *P. setiferus* (Williams, 1996), em densidades de até 284 ind./m² e *P. vannamei* em densidades de 130/m² (Bratvold, 2001) e até 3.043 m³ (Moss *et al.*, 2004). Araneda *et al.* (2008) também encontraram resultados similares no cultivo de *P. vannamei*, em água doce, para o qual as variáveis densidade de estocagem e taxa de crescimento mostraram tendência inversa.

Esse decréscimo pode ser atribuído ao estresse dos organismos causado pelo povoamento elevado (Foster *et al.*, 1974) e à degradação da qualidade da água (Nga *et al.*, 2005) O peso médio na despesca, em baixa densidade, é estatisticamente superior ao dos camarões cultivados em alta densidade (Al-Ameeri *et al.*, 2006), mas como há uma tendência de aumento da produção, do ponto de vista comercial seria interessante trabalhar com taxas mais elevadas possíveis uma vez que o mercado classifica várias faixas de peso em um mesmo grupo.

Local do cultivo

A fazenda foi dividida em duas áreas, norte e sul, que já são naturalmente divididas pelo canal de abastecimento. Na área norte localizam-se seis viveiros numerados de V18 a V23 (66 cultivos) e na área sul, sete viveiros numerados de V1 a V7 (70 cultivos), os quais foram utilizados menos vezes, pois entraram em operação numa data posterior aos demais.

A taxa de crescimento apresentou-se mais rápida na área norte, com significância estatística evidenciada pelos valores de $t = 4,209$ ($P < 0,01$) e $F = 25,57$ ($P < 0,01$), de acordo com a Tabela II. Essa diferença pode ser explicada com base nos seguintes aspectos: (a) o solo na área norte apresenta uma textura mais arenosa e menos “pantanososa” do que o solo encontrado na área sul; (b) os viveiros do norte têm uma topografia que facilita sua drenagem entre os cultivos, proporcionando assim um melhor tratamento do solo, no que se refere ao acúmulo de matéria orgânica; (c) o tamanho médio dos viveiros da área norte é menor do que na área sul, o que pode proporcionar uma renovação de água mais eficiente.

A condição dos solos é mais crítica no caso do cultivo de camarões por serem espécies que permanecem sobre o substrato por longos períodos, enterrando-se e alimentando-se de partículas de solo (Boyd, 1989), com impacto direto sobre a produção (Ritvo *et al.*, 1998). A deterioração do solo do viveiro e o acúmulo de dejetos prejudicam a alimentação e retardam o crescimento (Avnimelech *et al.*, 2003). Munsiri *et al.* (1996) relataram uma maior concentração de nutrientes no solo de viveiros mais velhos em comparação com viveiros mais recentes.

CONCLUSÕES

O sucesso de um cultivo depende de muitos fatores: qualidade dos insumos, produtividade, densidade no início povoamento e taxa de crescimento. Cabe ao produtor adotar o melhor manejo possível de modo a maximizar a razão benefício/custo, que constitui uma ferramenta fundamental para garantir bons resultados.

A redução da taxa de crescimento com o aumento da densidade está, provavelmente, relacionada ao aumento da competição por alimento e espaço. Isto pode servir de referência para novos cultivos ao se planejar a densidade inicial de estocagem com vistas à maximização da produção final. Seriam necessários ajustes na hora de se decidir sobre qual taxa de povoamento permite aos camarões cultivados atingirem mais rapidamente o tamanho comercial.

Variações na taxa de crescimento em função da época do ano são causadas por uma combinação de efeitos resultantes das diferenças de salinidade e temperatura entre os dois períodos. Nas condições, de campo, em que o estudo foi realizado é difícil determinar-se o efeito em separado destas variáveis. Não foi possível detectar até que ponto os efeitos negativos de um contrapõe-se aos efeitos positivos do outro Um novo estudo, desenhado para detectar estas diferenças seria de suma importância para o manejo do cultivo comercial em diferentes épocas de modo a otimizar a produção no Estado do Ceará.

A qualidade do solo não parecer ser tão importante como fator de modificação da taxa de crescimento, mas os resultados obtidos indicam que a textura mais arenosa do solo pode ser mais adequada à sobrevivência do camarão-cinza. Nesse contexto, se explicaria porque a área norte da fazenda de cultivo analisada neste trabalho mostrou-se mais produtiva em termos da taxa semanal de crescimento em peso..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Ameeri, A.A & Cruz, E.M. Production and yield of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) cultured at different densities. *Aquac. Res.*, v. 37, p.1499-1506, 2006.
- Araneda, M.; Pérez, E.P. & Gasca-Leyva, E. White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: condition state based on length and weight. *Aquaculture*, v.283, p.13-18, 2008.
- Arnold, S.J.; Sellars, M.J.; Crocos, P.J.; & Coman, G.J. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquaculture*, v.256, p.174-179, 2006 .
- Avnimelech, Y & Ritvo, G. Shrimp and fish pond soils: processes and management. *Aquaculture*, v.220, p. 549-567, 2003.
- Boyd, C.E. *Water quality management and aeration in shrimp farming*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1989.
- Bratvold, D. & Browdy, C.L. Effects of sand sediments and vertical surfaces (AquaMats) on production, water quality and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. *Aquaculture*, v.195, p. 81-94, 2001.
- Denisse Re, A.; Díaz, F. & Valdez, G.. Effect of salinity on the thermoregulatory behavior of juvenile blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* Stimpson. *J.Therm. Biol.*,v.31, p. 506-513, 2006.
- Feng, C.; Tian, X.; Dong, S.; Su, Y.; Wang, F. & Ma, S. Effects of frequency and amplitude of salinity fluctuation on the growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquac. Res.*, p.1-8, 2008.
- Foster, J.R & Bread, T.W. Experiments to assess the suitability of nine species of prawns for intensive cultivation. *Aquaculture*, v.3, p.355-368, 1974.
- Ivo, C.T.C. & Fonteles-Filho, A.A. *Estatística pesqueira. Aplicação em Engenharia de Pesca*. TOM Gráfica e Editora, v+192 p., Fortaleza, 1997.
- James, W.; William, A.W & David, M.G. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, v.138, p.267-279, 1995.
- Kumlu, M.; Eroldogan, O.T. & Aktas, M. Effects of temperature and salinity on larval growth, survival and development of *Penaeus semisulcatus*. *Aquaculture*, v.188, p.167-173, 2000 .
- Moss, K.R.K. & Moss, S.M. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquac. Soc.*, v. 34, n.4, p.536-542, 2004.
- Munsiri, P.; Boyd, C.E.; Teichert-Coddington, D. & Hajek, B.F. Texture and chemical composition of soils from shrimp ponds near Choluteca, Honduras. *Aquac. Int.*, v.4, p.157-168, 1996.
- Neter, J. & Wasserman, W. *Applied linear statistical models*. Richard D. Irwin, Inc., 1974.
- Nga, BT; Lürling, M.; Peeters, E.; Roijackers, R.; Scheffer, M. & Nghia, TT, Chemical and physical effects of crowding on growth and survival of *Penaeus monodon* Fabricius post-larvae. *Aquaculture*, v.246, p.455-465, 2005.
- Ritvo, G.; Samocha, T.M.; Lawrence, A.L. & Neill, W.H. Growth of *Penaeus vannamei* on soils from various Texas shrimp farms, under laboratory conditions. *Aquaculture*, v.163, p.101-110, 1998.
- Setiarto, A.; Augusto Strussmann, C.; Takashima, F.; Watanabe, S. & Yokota, M. Short-term responses of adult kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus* (Bate) to environmental salinity: osmotic regulation, oxygen consumption and ammonia excretion. *Aquac. Res.*, v. 35, 7, p.669-677, 2004.
- Staples, D.J. & Heales, D.S. Temperature and salinity

optima for growth and survival of juvenile banana prawns *Penaeus merguensi*. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.*, v154, p.251-274, 1991.

Tsuzum, M.Y.; Cavalli, R.O. & Bianchini, A. The effects of temperature, age, and acclimation to salinity on the survival of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae. *J. World Aquac. Soc.*, p.459-468, 2007.

Van Wyk, P.; Davis-Hodgkins, M.; Laramore, R.; Main, K.L.; Mountain, J. & Scarpa, J. *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems*. Florida

Dept.of Agriculture and Consumer Services, Harbor Branch Oceanographic Institution, 1999.

Williams, A.S.; Davis, D.A. & Arnold, C.R. Density-dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. *J. World Aquac. Soc.*, v.27, n.1, p. 107-112, 1996.

Ye, L.; Jiang, S.; Zhu, X.; Yang, Q.; Wen, W. & Wu, K. Effects of salinity on growth and energy budget of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, p. 140-144, 2009.