

AVALIAÇÃO DE CONSUMO ALIMENTAR E TEXTURA DO EXOESQUELETO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* (CRUSTACEA: PENAEIDAE) EM CULTIVO COMERCIAL, DURANTE O CICLO DE MUDA

Marino Eugênio de ALMEIDA NETO¹ e Aldemir Gomes FREIRE²

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar, em cultivo comercial do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, a influência do estágio do ciclo de muda do camarão no consumo de ração, e correlacionar a textura de seu exoesqueleto com o método de identificação através da setogênese. Este estudo foi realizado num viveiro de uma fazenda situada 50 quilômetros ao sul da capital, Natal, no litoral do Estado do Rio Grande do Norte, no período dez./2002-abr./2003. Para tanto, em cinco pontos do viveiro foi capturado um total de 125 camarões três vezes por semana. Durante o estudo registrou-se comprimento (mm), peso (g), estágio do ciclo de muda e textura do exoesqueleto, individualmente. Num ciclo de 119 dias, os camarões cresceram, em média, 5,0 mm e 1,0 grama por semana, sendo despesados com 118,07 mm e 13,96 gramas. A duração dos estágios do ciclo completo de muda, estimada através da análise espectral de Fourier, foi de 10,47 a 13,07 dias. O índice de correlação de Pearson indicou correlação positiva entre a textura mole do exoesqueleto e os estágios A ($r=0,96$), D₂ ($r=0,57$) e D₃ ($r=0,42$), e entre a textura normal e o estágio C ($r=0,83$). Nas condições em que o estudo foi realizado concluiu-se que em viveiros comerciais existe sincronia dos camarões em relação ao ciclo de muda, e que a textura do exoesqueleto pode ser utilizada como método para determinação do período de muda, desde que complementado pelo método da setogênese.

Palavras-chave: ciclo de muda; alimentação; camarão marinho; *Litopenaeus vannamei*; textura do exoesqueleto; carcinicultura; setogênese

EVALUATION OF THE FEEDING CONSUMPTION AND EXOSKELETON TEXTURE OF THE MARINE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (CRUSTACEA: PENAEIDAE) IN COMMERCIAL CULTIVATION, DURING THE MOLT CYCLE

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate, in commercial cultivation, the influence of the shrimp molt cycle stages in the feed consumption, and to correlate the texture of their exoskeleton with the setogenesis identification method. The study was realized in a shrimp pond, located 50 kilometers to the south of Natal City, in the coast of Rio Grande do Norte State, from Dec. 2002 to Apr. 2003. A total of 125 shrimps were collected at the pond, three times per week and in five distinct points. During the study it was obtained the length (mm), weight (g), molt cycle stages and texture of the exoskeleton of each specimen collected. In a cycle of 119 days, shrimp increased 5.0 mm and 1.0 gram on the average per week, being harvested with 118.07 mm and 13.96 grams. The duration of the stages of the complete molt cycle, estimated through spectral analysis of Fourier, ranged from 10.41 to 13.07 days. The index of correlation of Pearson indicated positive correlation between the soft texture of the exoskeleton and the stages A ($r=0.96$), D₂ ($r=0.57$) and D₃ ($r=0.42$) and between the normal texture and the stage C ($r=0.83$). In the conditions in that this study was realized it was concluded that in commercial ponds there exists a synchrony of the shrimps with regard to the molt cycle, and that the exoskeleton texture can be used as a method for the determination of the molt period, since complemented by the method of the setogenesis.

Key words: molt cycle; feeding; marine shrimp; *Litopenaeus vannamei*; exoskeleton texture; shrimp culture; setogenesis

Artigo Científico: Recebido em 12/09/2005 - Aprovado em 16/01/2007

¹ Mestre em Bioecologia Aquática - Departamento de Oceanografia e Limnologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
e-mail: marinoalmeida@yahoo.com.br - Fone: (84) 9953-0510 / (84) 3211-2249

Endereço/Address: Av. Deodoro da Fonseca, 760, Apto. 104 - CEP: 59025-600 - Cidade Alta, Natal, RN

² Professor Adjunto do DOL/CB/UFRN - e-mail: agomesfreire@ufrnet.br Fone: (84) 215-4433 - Fax: (84) 202-3004

INTRODUÇÃO

A expansão territorial da carcinicultura brasileira mostra que o setor vem apresentando expressivo crescimento nos últimos anos, tendo passado de 3.026 ha em 1996 para 16.598 ha em 2004. A produção brasileira vem aumentando nos últimos anos, pois de 2.385 toneladas produzidas em 1994 passou para 75.904 toneladas em 2004 (ABCC, 2005). A Região Nordeste é responsável por 93,1% da produção nacional de camarão cultivado, tendo produzido 70.694 toneladas em 2004. O Rio Grande do Norte ocupa a primeira posição em produção e área cultivada do Brasil e, em 2004, com 40,60% da produção nacional, produziu 30.807 toneladas de camarão cultivado, num total de 381 fazendas que ocupam 6.281 ha (ABCC, 2005).

Poucos aspectos da fisiologia dos crustáceos são tão importantes quanto a muda, e este processo domina a vida dos crustáceos. Inicialmente, o ciclo da muda foi dividido em cinco estágios principais: Estágio A (pós-muda recente), Estágio B (pós-muda tardia), Estágio C (Intermuda), Estágio D (Pré-muda) e Estágio E (Ecdise), os quais foram subdivididos em vários subestágios, sistema este que tem sido amplamente adotado (PASSANO, 1960; SMITH e DALL, 1985; CHAN *et al.*, 1988).

A habilidade para determinar quando e por quanto tempo os estágios do ciclo de muda ocorrem é muito útil no manejo dos cultivos de peneídeos. A identificação dos estágios do ciclo de muda é muito importante na predição de picos reprodutivos e de ciclos de produção larval, assim como na escolha do momento mais adequado para a ablação do pedúnculo ocular (BROWDY e SAMOCHA, 1985). Vários métodos são usados para determinar os estágios de muda dos crustáceos. Estes métodos incluem observação histológica do tegumento, medição dos gastrólitos ou a regeneração dos pereiópodos e observação do desenvolvimento setal dos apêndices (setogênese). Este último método se baseia na observação do grau de desenvolvimento de estruturas, como setas, cones setais, bases setais, nódulos setais e linha epidermal dos apêndices. As setas são protuberâncias externas em apêndices como os urópodos e pleópodos; nas antênulas, as setas aparecem formando uma fina camada. A determinação do estágio de muda pela setogênese no apêndice é rápida e com poucos danos nos animais, mesmo depois de repetidas observações (SMITH e DALL, 1985; CHAN *et al.*, 1988; ROBERTSON *et al.*, 1987).

Existem estágios dentro do ciclo de muda do camarão nos quais o consumo de alimento pára ou diminui, processo este não levado em consideração

ao aplicar a ração balanceada (SMITH e DALL, 1985; CHAN *et al.*, 1988). A esse procedimento cíclico de não-alimentação tem-se denominado "abstinência fisiológica". Sugere-se que esteja associado ao fato de que, no processo de desprendimento do exoesqueleto, algumas estruturas, como boca, esôfago e parte do estômago, deixam de ser funcionais. Estes órgãos possuem uma capa de quitina em continuação às capas externas, a qual se desprende junto com o antigo exoesqueleto no momento da muda, impedindo que os órgãos sigam realizando suas funções normais (CECCALDI, 1987). A ração balanceada é um complemento nutricional, cujo manejo e aplicação determina a viabilidade desse cultivo. A ração é ofertada através de comedouros (bandejas) e sua quantidade se baseia em tabelas para calcular a oferta diária, sendo esta reajustada em função das sobras alimentares. O cálculo leva em conta a porcentagem da biomassa e o peso médio dos camarões, não considerando os hábitos alimentares, nem o estágio de muda do camarão (MOLINA *et al.*, 2002).

Com o aumento do número de fazendas de engorda e com a intensificação dos cultivos tende-se a utilizar maior quantidade de ração balanceada nos viveiros de engorda. Desta forma, os efluentes das fazendas têm causado excessiva descarga de nutrientes nos ecossistemas adjacentes, destacando-se, dentre estes nutrientes, os compostos nitrogenados. Em viveiro comercial, mais de 90% de todas as formas de nitrogênio provêm de ração balanceada. Dentro do viveiro, 22% do nitrogênio é convertido em camarão, 14% é perdido para o sedimento, 3% é liberado para a atmosfera e mais de 57% é descarregado no ambiente (JACKSON *et al.*, 2003).

A técnica da setogênese aplicada em camarões de viveiros em conjunto com a da percepção da textura do exoesqueleto é importante na determinação tanto do melhor momento para a despesca, quanto do melhor manejo da ração comercial, corrigindo, assim, a oferta alimentar antes que sobras ocorram, pois, no viveiro, sempre existirão camarões em diferentes estágios do ciclo de muda, ou seja, uma porcentagem importante dos camarões estará em fase de abstinência fisiológica, não se alimentando devidamente.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a influência do ciclo de muda no consumo de ração comercial e correlacionar o método prático de percepção de muda (através da textura) com o método de identificação através da setogênese.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, numa fazenda localizada 50 km ao sul da cidade de Natal, capital do Estado, entre as coordenadas geográficas 6°08'20" de latitude sul e 35°08'40" de longitude oeste (EMBRAPA, 2003). A área objeto do estudo limitou-se a um viveiro de engorda com área total de 2,3 ha e profundidade média de 1,60 m, pertencente a uma fazenda comercial de engorda de camarão marinho (Fazenda Papeba).

O período de estudo abrangeu um único ciclo: 119 dias, desde o povoamento (17/12/02) até a despesca (14/04/03). O viveiro foi povoado com um total de 1.300.000 pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, com idades entre Pl_{10} e Pl_{12} , representando uma densidade inicial de 56,52 camarões/m², o que caracteriza o sistema de produção do viveiro como intensivo. Devido à alta densidade, além da renovação periódica de água fez-se necessária a utilização de aeração artificial. Os primeiros aeradores de pá entraram em funcionamento no 23º dia de cultivo (09/01/03); no 56º dia (11/02/03), todos os 14 aeradores de pá, cada um com 2 cv de força, foram ligados, permanecendo assim até o final do ciclo. Até o 34º dia de cultivo (20/01/03), a oferta da ração foi a lanço no viveiro e, a partir desta data, ração comercial foi ofertada em bandejas de alimentação, em três horários diários (8h, 12h e 15h).

No 34º dia (20/01/03), concomitante com o arraçamento em bandejas, iniciaram-se as observações biométricas e fisiológicas nos camarões, que estavam com peso médio de 2,5 gramas. Segundo NUNES (2002), a quantidade de camarões a serem examinados é determinada pela dimensão do viveiro, recomendando um mínimo de 50 camarões/hectare.

As coletas de camarão foram realizadas em cinco pontos do viveiro (quatro cantos e centro), três vezes por semana. Capturaram-se 125 camarões (25 em cada ponto) por coleta, os quais, a seguir, foram colocados em cinco baldes comuns e levados ao galpão da fazenda para registro de dados biológicos. No galpão, cada balde recebeu 5 g de ração e um ponto de aeração ligado a motocompressor de ar. Individualmente, os camarões foram medidos (da ponta do rostro à ponta do telson) com paquímetro digital de 0,01 mm de precisão e pesados em balança digital com precisão de 0,001 grama.

Na determinação dos estágios do ciclo de muda foi utilizado o método da setogênese, conforme descrito por SMITH e DALL (1985) e CHAN *et al.* (1988).

Observou-se a setogênese no endópodo esquerdo dos urópodos utilizando estereomicroscópio (lupa) com aumento de até 80x e placa de Petri semipreenchida com água. A partir das observações classificou-se o camarão como pertencente ao estágio A, B, C, D₀, D₁, D₂ ou D₃.

Para observação da textura do exoesqueleto do camarão friccionou-se o dedo indicador sobre a parte dorsal do primeiro e segundo segmento abdominal do camarão, classificando a textura em três tipos: Normal, Membranoso ("Blando") e Mole. A textura do tipo normal se apresenta rígida, dura, e o exoesqueleto não deforma com a fricção. A textura do tipo membranoso se verifica quando, com a fricção, o exoesqueleto apresenta-se enrijecido, porém flexível, afundando levemente. A textura é classificada como mole quando o exoesqueleto se apresenta totalmente flexível ou macio.

Após as análises, cada camarão foi colocado em caixa de isopor de 50 L, preenchida com a água do viveiro de estudo e com pontos de aeração. Ao término das observações todos os camarões foram devolvidos ao viveiro de estudo.

O programa Statistica versão 5.0 foi utilizado para o processamento de todos os dados, análises e construção de gráficos. Para o tratamento estatístico dos dados biométricos utilizou-se o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e posteriormente foi aplicada a análise de variância (ANOVA). A correlação simples de Pearson foi utilizada para correlacionar os estágios de muda com a textura do exoesqueleto. O teste t-Student foi utilizado para verificar diferenças significativas entre os percentuais de muda nos momentos em que houve ou não sobra de ração. Para obter a estimativa da duração do ciclo de muda no viveiro foi utilizada a análise de série temporal; nesse modelo utilizou-se a análise espectral de Fourier de série simples. A ocorrência diária dos estágios de muda foi convertida em percentual.

RESULTADOS

No período de estudo foram analisados 4.125 exemplares do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. O camarão apresentou aumento de peso e comprimento médios de, respectivamente, 1,0 g e 5,0 mm por semana. O aumento do comprimento foi mais acentuado nas primeiras semanas (7,0 mm/semana) que nas últimas (3,0 mm/semana). Entretanto, o camarão manteve ganho de peso semanal de, em média, 1,0 g/semana durante todo o ciclo. O camarão foi despesado após 119

dias de cultivo, com 13,96 g e 118,07 mm, em média. A produção do ciclo foi de 10.971 kg, com taxa de 62,50% de sobrevivência.

Devido a diferenças no peso e comprimento no mesmo dia de coleta, analisou-se, através da ANO-

VA, a existência de agrupamentos de camarões no mesmo viveiro. Os valores de $p=0,63497$ (comprimento) e $p=0,76421$ (peso), a uma significância de 5%, mostram que não houve diferenças estatísticas ao longo dos pontos de coleta (Tabela 1).

Tabela 1. ANOVA do comprimento e peso do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* ao longo dos pontos de coleta, no período dez./2002-abr./2003

Variável	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	p
Comprimento médio (mm)	99,75	99,44	99,68	98,70	99,85	0,63497
Peso médio (g)	8,39	8,33	8,41	8,27	8,52	0,76421

Todos os estágios de muda foram identificados. No estágio A, as estruturas setais ainda estavam em formação: os cones setais estavam presentes em poucas setas, as bases setais não estavam totalmente desenvolvidas, os nódulos setais eram pouco densos (perceptíveis) e a epiderme preenchia totalmente as bases setais. O estágio B caracterizou-se pela presença de cones setais

na maioria das setas, nódulos setais mais densos, base setal mais evidente e epiderme recuada da base setal. No estágio de intermuda (Estágio C), as estruturas do exoesqueleto estavam totalmente formadas: a endocutícula atingia a formação máxima e percebia-se a linha epidermal paralelamente aos nódulos setais, com um breve espaço entre ambos (Figura 1).

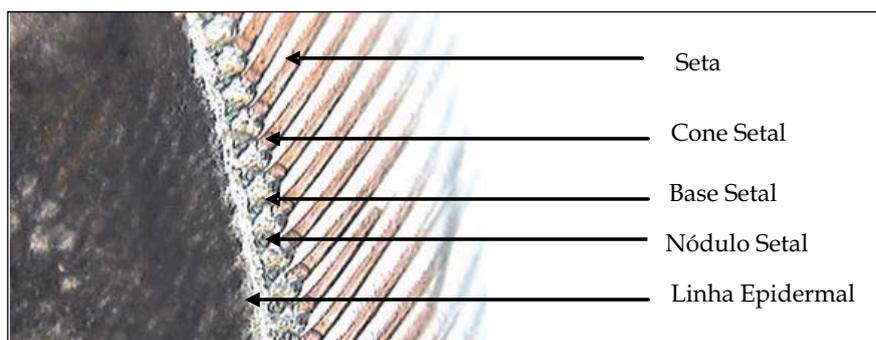


Figura 1. Microfotografia (ocular 10x e objetiva 10x) do estágio C do ciclo de muda de *L. vannamei*, identificado no endópodo esquerdo dos urópodos, com indicação de seta, cone setal, linha epidermal formada paralelamente aos nódulos setais e bases setais

O estágio D_0 foi identificado pela apólise, processo de desprendimento da epiderme e endocutícula, percebendo-se manchas e sinuosidade entre a linha epidermal e os nódulos setais. O estágio D_1 foi marcado pelo aparecimento das novas setas (setogênese). O estágio

D_2 foi definido pela secreção da nova epicutícula e as novas setas se apresentaram mais visíveis (Figura 2). O estágio D_3 foi identificado pela completa formação das novas setas (invaginadas) e pela alta proximidade da nova epicutícula com os velhos nódulos setais.



Figura 2. Microfotografia (ocular 10x e objetiva 10x) do estágio D_2 do ciclo de muda de *L. vannamei*, identificado no endópodo esquerdo dos urópodos, com indicação de novas setas e nova epicutícula

O estágio A (pós-muda) alcançou 34,4% das identificações no 62º dia de cultivo (17/02/03), teve média de 13% das identificações diárias e somente na despesca (14/04/03) este estágio não foi identificado. O estágio B foi identificado em todas as coletas, com máximo de 52% no 107º dia (02/04/03) e mínimo de 5% no 60º dia (15/02/03) (Figura 3). O estágio C, também identificado em todas as coletas, alcançou máximo de 54,4% no 109º dia (04/04/03) e mínimo de 7% no 62º dia (17/02/03) (Figura 4). Nota-se que no 62º dia (17/02/03), o estágio A apresentou seu maior pico, declinando no 66º dia (21/02/03), enquanto que o estágio C aumentou seu percentual no mesmo período.

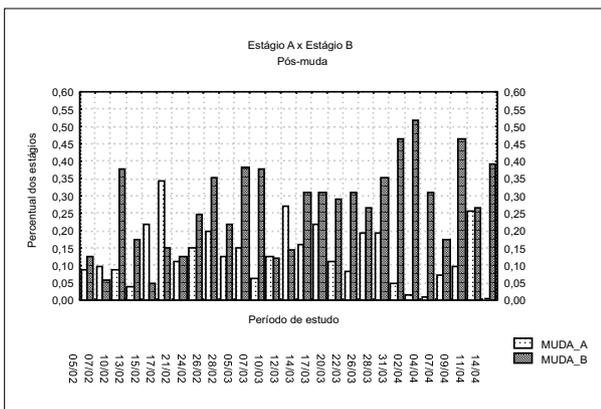


Figura 3. Percentual dos estágios de pós-muda (A e B) de *Litopenaeus vannamei*, no período dez./2002-abr./2003. Muda_A e Muda_B representam estágio A e estágio B do ciclo de muda respectivamente.

Os estágios D₀ e D₁ foram identificados em todas as coletas. O máximo registro do estágio D₀ foi de 25% no 52º dia (07/02/03) e o mínimo foi de 1,6% no 90º, 104º e 107º dias (17/03/03, 31/03/03 e 02/04/03). O estágio D₁ apresentou sua máxima ocorrência, 19,2%, no 60º dia (15/02/03) e a mínima, 4%, no 80º e 107º dias (07/03/03 e 02/04/03) (Figura 5). Os estágios D₂ e D₃ apresentaram um máximo de 10,4%, no 60º dia (15/02/03) e 83º dia (10/03/03) respectivamente (Figura 6). Entre os dias 10 e 12/03/03, o percentual do estágio D₃ declinou, enquanto que o do estágio A aumentou.

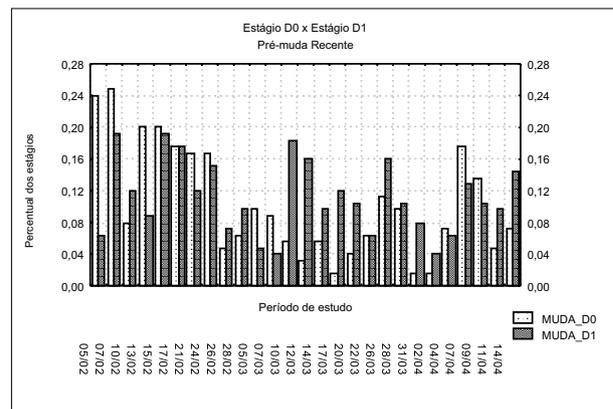


Figura 4. Percentual do estágio de intermuda (C) de *Litopenaeus vannamei*, no período dez./2002-abr./2003. Muda_C representa estágio C do ciclo de muda.

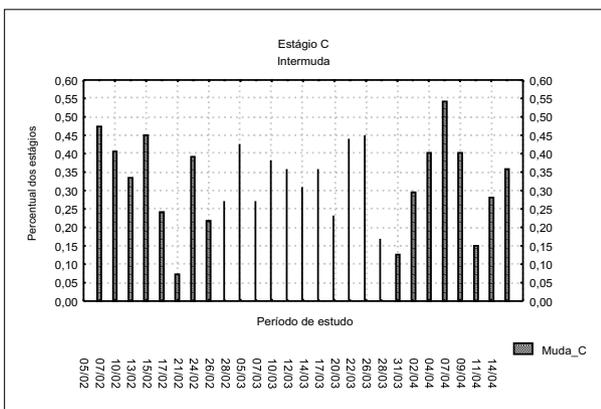


Figura 5. Percentual do estágio de intermuda (C) de *Litopenaeus vannamei*, no período dez./2002-abr./2003. Muda_C representa estágio C do ciclo de muda.

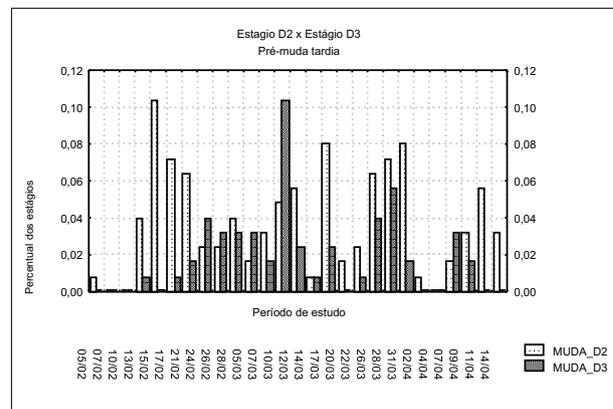


Figura 6. Percentual dos estágios de pré-muda tardia (D2 e D3) de *Litopenaeus vannamei*, no período dez./2002-abr./2003. Muda_D2 e Muda_D3 representam estágio D2 e D3 do ciclo de muda respectivamente.

Para a duração dos estágios do ciclo completo da muda foi aplicada a análise espectral de Fourier em

todos os estágios, com resultado médio de 10,41 a 13,07 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da análise espectral de Fourier para os estágios do ciclo de muda de *Litopenaeus vannamei*. O todo (1,00) é dividido pelas frequências obtidas nos pontos do pico principal, e o resultado é multiplicado pelo período entre coletas (2 dias).

Estágio	Frequência do ponto 1 do pico principal	Frequência do ponto 2 do pico principal	Duração do estágio (dia)
Estágio de Muda - A	0,154	0,192	12,98 - 10,41
Estágio de Muda - B	0,153	-	13,07
Estágio de Muda - C	0,153	0,192	13,07 - 10,41
Estágio de Muda - D ₀	0,154	-	12,98
Estágio de Muda - D ₁	0,155	-	12,90
Estágio de Muda - D ₂	0,154	0,192	12,98 - 10,41
Estágio de Muda - D ₃	0,154	0,192	12,98 - 10,41

O exoesqueleto dos camarões analisados foi classificado de acordo com sua dureza. A textura mole apresentou alta correlação positiva com o estágio A ($r=0,96$). A textura normal teve alta

correlação positiva com o estágio C ($r=0,83$). A textura membranosa estatisticamente não apresentou correlação positiva com nenhum estágio (Tabela 3).

Tabela 3. Índices de correlação de Pearson entre os estágios de muda e textura do exoesqueleto de *Litopenaeus vannamei*

Correlação	Estág. A	Estág. B	Estág. C	Estág. D ₀	Estág. D ₁	Estág. D ₂	Estág. D ₃
T. Normal	-0,80	0,18	0,83	-0,11	-0,47	-0,55	-0,24
T. Membranosa	0,29	0,09	-0,60	0,20	0,27	0,30	-0,06
T. Mole	0,96	-0,35	-0,72	-0,01	0,47	0,57	0,42

Durante o período de cultivo ofertaram-se aos camarões do viveiro 17.389 kg de ração. Deste total sobraram 380 kg de ração (peso úmido) ao longo do cultivo. A taxa de conversão alimentar durante o ciclo estudado foi de 1,6 kg de ração : 1,0 kg de camarão. A maior frequência e quantidade de sobras

foi registrada às 12 horas. A figura 7 mostra o processo de consumo e de sobra de ração ao longo do cultivo. O consumo máximo diário foi de 340 kg de ração no 84º dia (11/03/03), e a quantidade máxima de ração não-consumida (sobra) ocorreu no 93º dia (20/03/03): 85 kg de ração úmida.

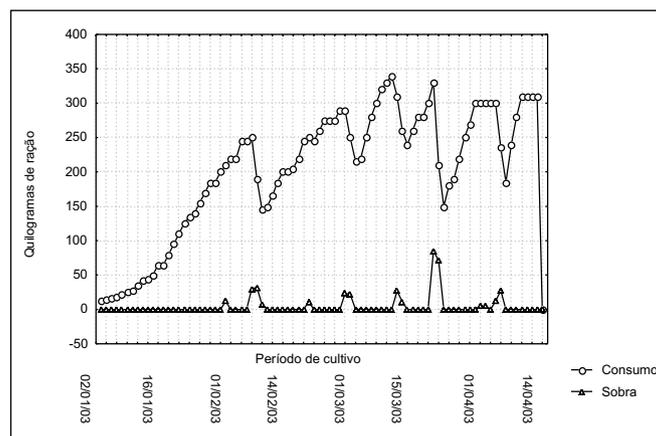


Figura 7. Consumo e sobra de ração durante o período de cultivo de *L. vannamei*. A quantidade de ração ofertada diminuiu no momento que houve sobra e aumentou quando não houve sobra (prática do manejo). No dia 14/04/03 (despesca), o consumo de ração foi zero, pois, em dia de despesca não há oferta de ração.

Nos 119 dias de cultivo, em apenas quinze dias foi constatada sobra de ração, já que a quantidade da sobra era diretamente afetada pela prática de manejo adotada pela fazenda. A sobra alimentar foi caracterizada em ausente e presente. Assim, nos

vinte e sete dias de coleta, em apenas seis dias constatou-se sobra de ração. O teste t-Student mostrou não haver diferenças estatísticas entre o consumo alimentar e os estágios de muda durante o estudo (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado estatístico do teste t-Student para as sobras de ração em relação aos estágios de muda, no período de cultivo de *L. vannamei*. Grupo G_1:1 agrupa as percentagens dos estágios de muda nos períodos em que não houve sobra de ração; Grupo G_2:2 agrupa as percentagens dos estágios de muda nos períodos em que houve sobra de ração

<i>Estágio do Ciclo de Muda</i>	<i>Média G_1:1</i>	<i>Média G_2:2</i>	<i>t-calculado</i>	<i>N válido G_1:1</i>	<i>N válido G_2:2</i>	<i>p</i>
Muda A	0,136381	0,110667	0,64696	21	6	0,523554
Muda B	0,278857	0,246667	0,54111	21	6	0,593223
Muda C	0,304381	0,404000	- 1,96390	21	6	0,060754
Muda D ₀	0,110095	0,078667	0,97077	21	6	0,340960
Muda D ₁	0,110095	0,116000	- 0,27165	21	6	0,788124
Muda D ₂	0,039238	0,032000	0,53649	21	6	0,596361
Muda D ₃	0,020952	0,012000	0,82926	21	6	0,414805

DISCUSSÃO

O baixo percentual de animais identificados nos estágios de pré-muda tardia, D₂ e D₃, pode ser explicado por dois fatores: a inatividade inerente aos animais nestes estágios, relatada por CHAN *et al.* (1988), por estarem, provavelmente, pousados no sedimento ou nas bandejas de alimentação até realizarem a ecdise, dificultando a captura; e/ou a rápida duração destes estágios, principalmente do estágio D₃ (1 dia).

Não foi possível determinar a duração de cada estágio do ciclo da muda, uma vez que não se trabalhava com o mesmo animal. Entretanto estimou-se a duração do ciclo completo com base nos percentuais dos estágios no viveiro. Nos crustáceos, a duração dos estágios de muda, e conseqüentemente do ciclo de muda, difere entre as espécies e também dentro de uma mesma espécie (BARNABÉ, 1996). Em uma mesma espécie, certos fatores, como tamanho e idade (fatores internos), temperatura, fotoperíodo e ablação do pedúnculo ocular (fatores externos), afetam o ciclo de muda. ELORZA e DUPRÉ (1993) observaram que o estágio C na lagosta *Jasus frontalis* durou 340 dias (aproximadamente 80% do ciclo de muda), em razão, provavelmente, de este crustáceo apresentar um processo de muda em anecdisc, enquanto os camarões

apresentam um processo de muda mais contínuo, chamado diecdise, no qual a muda tem duração de dias ou semanas (CHAN *et al.*, 1988).

Segundo CHAN *et al.* (1988), a duração do ciclo de muda em *L. vannamei* (de 11,5 a 13,0 cm de comprimento, em temperatura entre 20 e 22 °C) foi de 24 – 40 dias. No presente estudo, a duração do ciclo de muda do *L. vannamei* em viveiro comercial foi de 10,4 a 13,0 dias, em temperatura média de 28 °C, pela manhã, e 31 °C, à tarde. Este resultado foi semelhante ao encontrado por MOLINA *et al.* (2000), os quais relataram que o ciclo de muda do *L. vannamei* foi de 11,03 ± 1,13 dias, em temperatura média de 25 °C. A diferença entre a duração do ciclo de muda observada no presente estudo e aquela registrada no experimento de CHAN *et al.* (1988) pode ser devida à baixa temperatura da água (20 – 22 °C) em que se realizou o experimento deste autor, a qual pode ter produzido redução de todo o metabolismo, com o conseqüente prolongamento do ciclo de muda nos camarões. Outro fator que pode ter influenciado na duração do ciclo de muda foi o tamanho das unidades experimentais (aquários de 23 x 12,5 x 12 cm), pois CHANG (1995) relata que o espaço é um dos fatores ambientais que pode influir no ciclo de muda.

A percepção da textura do exoesqueleto também

é muito importante no momento da despesca e comercialização dos camarões, pois um alto percentual de camarões com exoesqueleto membranoso ou mole deprecia o valor comercial do produto. As texturas (normal, membranosa e mole) podem ser explicadas a partir da estrutura da cutícula dos decápodes. Os três tipos de textura são estabelecidos com base no grau de dureza do exoesqueleto. Portanto, as camadas calcificadas do exoesqueleto do camarão, como a epicutícula, a camada pigmentada da endocutícula e, principalmente, a endocutícula, são os responsáveis pela dureza do exoesqueleto. A calcificação dessas camadas começa apenas após a liberação do velho exoesqueleto.

A correlação entre o estágio de pós-muda A e a textura mole pode ser explicada pelo fato de o exoesqueleto neste estágio estar semi-descalcificado e com alta permeabilidade, o que o torna macio. A correlação entre o estágio de intermuda C e a textura normal (rígida) deve-se ao fato de a calcificação das estruturas do exoesqueleto ser completada neste estágio. O estágio de pré-muda recente, D₁, apresentou correlação significativa com a textura mole. PASSANO e BARNABÉ relatam que no estágio D₀ a epiderme descola-se da endocutícula (apólise) e no espaço entre essas estruturas é secretado o líquido de muda (contendo quitinase e fosfatase alcalina), o qual inicia a reabsorção de nutrientes e minerais das estruturas calcificadas do velho exoesqueleto. A quantidade de líquido de muda aumenta à medida que avançam os estágios de pré-muda, contudo a correlação da textura mole com os estágios D₁ e D₂ pode estar associada à possibilidade de o camarão não estar com o exoesqueleto tão fortemente mineralizado. As condições estressantes existentes nos viveiros (alta densidade, predação, competição, variações de parâmetros físicos e químicos) somadas ao estresse provocado por manuseio e transporte para o galpão de observação podem ter provocado alguma perturbação hormonal e, conseqüentemente, o desencadeamento de uma maior liberação de líquido de muda pela epiderme, causando o amolecimento precoce do exoesqueleto nestes estágios. O estágio D₃ apresenta naturalmente alta correlação com a textura mole, pois é neste estágio que a reabsorção de nutrientes e minerais atinge o máximo. É necessário que neste estágio o exoesqueleto esteja bastante frágil para que sua liberação ocorra de forma rápida, já que a muda é um dos momentos de maior fragilidade de um crustáceo.

O método utilizado pelos produtores para perceber se o camarão está ou não "em muda" é através da tex-

tura do exoesqueleto. No entanto este método não permite determinar o estágio de muda em que se encontra o camarão, pois o exoesqueleto mole pode representar a recalcificação do exoesqueleto (saindo de muda) ou sua descalfificação (entrando em muda), e essa mesma interpretação é válida para a textura membranosa. Segundo CHAN *et al.* (1988), DALL (1992), MOLINA *et al.* (2000), VEGA-VILLASANTE *et al.* (2000), JORY (2001) e MOLINA *et al.* (2002), os camarões não podem se alimentar imediatamente antes e logo após a muda, e o retorno à plena atividade alimentar pode demorar de 1 a 3 dias. No manejo prático das fazendas, semanalmente realiza-se a captura de alguns camarões para determinação do peso médio e ajuste da tabela de oferta de ração; além disso, o manejo prático permite que haja redução da oferta de alimento no momento em que se detecte diminuição do consumo (sobras de ração nas bandejas). JORY recomenda que é importante notar, através das bandejas, a diminuição súbita do consumo de alimento (>25%), que pode indicar que os camarões estão mudando.

CECCALDI (1987) relata que, em camarões, a porção anterior (inclusive parte do moinho gástrico) e a posterior do intestino anterior estão revestidas por uma membrana quitinosa-protéica em continuidade com o exoesqueleto, a qual está sujeita a mudas periódicas. Como esse processo de desprendimento das capas quitinosas começa na pré-muda tardia, o camarão não pode se alimentar a partir desse momento. Não obstante, após a muda, essas estruturas digestivas, ainda moles, não serão funcionais por várias horas. DALL (1992) relaciona a abstinência fisiológica dos peneídeos com as respostas celulares da glândula do intestino médio. Na fase de pós-muda predominam as células F e R, responsáveis pela secreção de enzimas e estocagem de nutrientes respectivamente, de forma que o camarão estará pronto para recomeçar a alimentação. Quando a alimentação é restabelecida, a proporção de células B, com funções absorptivas e digestivas, aumenta. Nos estágios de pré-muda, as células R tornam-se cada vez mais carregadas de lipídios e outros materiais, em preparação para a muda.

Esses relatos sugerem que nos estágios críticos do ciclo de muda existem alterações fisiológicas e metabólicas que modificam a conduta alimentar do animal. VEGA-VILLASANTE *et al.* (2000), considerando os estágios de muda de *Litopenaeus stylirostris* como estratégia de alimentação, relata que é possível diminuir em até 30% a oferta diária de alimento sem afetar a sobrevivência dos camarões.

Em *L. vannamei*, MOLINA *et al.* (2000) avaliaram o crescimento em três tratamentos alimentares: alimentação baseada em tabelas de alimentação, numa percentagem da biomassa e na biomassa por estágio de muda, e encontraram melhor conversão alimentar, eficiência protéica e sobrevivência no grupo de camarões alimentados de acordo com o ciclo de muda.

No presente estudo, o teste t-Student mostrou não haver diferenças estatísticas entre estágio de muda e sobra alimentar. Isto pode ter ocorrido devido à interferência do manejo prático comercial, uma vez que a oferta de ração era corrigida no momento da observação da sobra. Outro fator que influenciou neste resultado foi o tipo de ração, pois durante o trabalho houve mudança do tipo de ração ofertada, como a troca de ração com 35% de proteína bruta (*pellet* menor) por ração com 30% (*pellet* maior), requerendo então adaptação do camarão ao *pellet*. CRUZ-SOARES (2000) afirma que o *pellet* precisa ser suficientemente pequeno para que o camarão possa levá-lo à boca ou carregá-lo enquanto nada.

CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado, pode-se concluir que:

- ✓ Os pontos de coleta no viveiro não influenciaram nos dados de biometria do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*;
- ✓ A textura do exoesqueleto de *L. vannamei* pode ser utilizada como método de determinação do período de muda, desde que complementado pelo método da setogênese;
- ✓ A duração do ciclo de muda de *L. vannamei* para a fase juvenil no presente estudo foi de 10,4 a 13,0 dias;
- ✓ Não foi possível estabelecer correlação entre sobra de ração e ciclo de muda de *L. vannamei*.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), pela oportunidade proporcionada. À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática, representada pela Dra. Sathyabama Chellappa, pela grande compreensão e ajuda na realização deste trabalho. À CAPES/MEC, pelo apoio financeiro através da bolsa concedida. Ao Professor Dr. Aldemir Gomes Freire, pela orientação. Ao Professor Dr. Marcos Rogério Câmara, pela paciência e inestimáveis sugestões dispensadas ao presente

trabalho. Ao Professor Wilton, pela preciosa ajuda nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO). 2005 *Censo da Carcinocultura Brasileira em 2004*. Disponível em: www.abccam.com.br Acesso em: 18/ago./2005.
- BARNABÉ, G. 1996 Muda. In: *Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura*. Espanha: Acribia. p.237-249.
- BROWDY, C.L. e SAMOCHA, T.M. 1985 The effect of eyestalk ablation on spawning, molting and matting of *Penaeus semiculcatus* De Haan. *Aquaculture*, Amsterdam, 49: 19-29.
- CECCALDI, H. 1987 La digestión en los crustáceos. In: MONTEROS, J.E. de los e LABARTA, U. (Ed.). *Nutrición en acuicultura*, v.1. Espanha: Industrias Gráficas. p.67-84.
- CHAN, S.M.; RANKIN, S.M.; KEELEY, L.L. 1988 Characterization of the molt stages in *Penaeus vannamei*: Setogenesis and hemolymph levels of total protein, ecdysteroids, and glucose. *Biological Bulletin*, 175: 185-192.
- CHANG, E.S. 1995 Physiological and biochemical changes during the molt cycle in decapod crustaceans: an overview. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 193: 1-14.
- CRUZ-SOARES, L.E. 2000 Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 5., Yucatán, 19-22/nov./2000. *Anais...* p.207-232.
- DALL, W. 1992 Feeding, digestion and assimilation in penaeidae. In: ALLAN, G.L. e DALL, W. (Ed.). *Proceedings of the aquaculture nutrition workshop*. Salamander Bay. p.57-63.
- ELORZA, A. e DUPRÉ, E. 1993 Determinación de los estados del ciclo de muda en la langosta de Juan Fernández *Jasus frontalis* (Milne Edwards, 1837). *Investigaciones Marinas*, 24: 67-76.
- EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). 2003 *Brasil visto do espaço*. Disponível em: <www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br> Acesso em: 07/jul./2003.

- JACKSON, C.; PRESTON, N.; THOMPSON, P.J.; BURFORD, M. 2003 Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. *Aquaculture*, Amsterdam, 218: 397-411.
- JORY, D.E. 2001 *Manejo integral del alimento de camarón, de estanques de producción camarones, y principios de bioseguridad*. Monterrey: Curso Lance en Acuicultura.
- MOLINA, C.; LLOMITOA, E.C.; ORELLANA, F. 2000 Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 5., Yucatán, 19-22/nov./2000. *Anais...* p.358-380.
- MOLINA, C.; ESCOBAR, V.; DELGADO, J.G.; LLOMITOA, E.C.; ORELLANA, F.; PIÑA, P. 2002 Estrategia de alimentación de acuerdo a la demanda fisiológica del juvenil *Litopenaeus vannamei* (Boone). In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 6., Cancún, 03-06/set./2002. *Anais...* p.98-113.
- NUNES, A.J.P. 2002 *Guia Purina dos Fundamentos da Engorda de Camarões Marinhos*. Pernambuco.
- PASSANO, L.M. 1960 Molting and its Control. In: WATERTMAN, T. (Ed). *The Physiology of Crustacea*. v.1: Metabolism and Growth. Academic Press. p.473-536.
- ROBERTSON, L.; BRAY, W.; TRUJILLO, J.L.; LAWRENCE, A. 1987 Practical molt staging of *Penaeus setiferus* and *Penaeus stylirostris*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 18(3): 180-185.
- SMITH, D.M. e DALL, W. 1985 Moulting staging the tiger prawn *Penaeus esculentus*. In: AUSTRALIAN NATIONAL PRAWN SEMINAR, 2., Cleveland, 1985. *Anais...* Cleveland: Rothlisberg, P.C.; Hill, B.J.; Staples, D.J. (Ed.). p.85-95.
- VEGA-VILLASANTE, F.; NOLASCO-SORIA, H.; CIVERA-CERECEDO, R.; GONZÁLEZ-VALDÉZ, R.; OLIVA-SUAREZ, M. 2000 Alternativa para la alimentación del camarón en cultivo: el manejo de la muda. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 5., Yucatán, 19-22/nov./2000. *Anais...* p.313-320.