

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

**CRESCIMENTO E ENGORDA DE LAGOSTAS:  
ESTUDO COMPARATIVO**  
Carlos Alexandre Gomes de Alencar

Monografia apresentada ao LABOMAR/Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como parte das exigências para a conclusão do Curso de Especialização em Tecnologia de Produtos Pesqueiros..

**FORTALEZA - CEARÁ**

**Outubro/1994**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A353c Alencar, Carlos Alexandre Gomes de.  
Crescimento e engorda de lagostas : estudo comparativo / Carlos Alexandre Gomes de Alencar. – 1994.  
30 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1994.  
Orientação: Prof. Dr. Marco Antônio Igarashi.

1. Lagostas. I. Título.

CDD 639.2

---

**CRESCIMENTO E ENGORDA DE LAGOSTAS:  
ESTUDO COMPARATIVO**

---

**Prof. Dr. Marco Antonio Igarashi**  
Coordenador do Curso de Especialização em  
Tecnologia de Produtos Pesqueiros

---

**Prof. Dr. Masayoshi Ogawa**  
Orientador

---

**Carlos Alexandre Gomes de Alencar**  
Eng. de Pesca - Aluno do Curso de Especialização

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Masayoshi Ogawa, pela dedicação, orientação e exemplo de vida a ser seguido.

À Norma Barreto Perdigão, que muito me ajudou e incentivou ao longo desse curso.

Ao também Engenheiro de Pesca Luis Tadeu Assad, pela amizade e trabalho compartilhado.

A todos os amigos, funcionários e professores do LABOMAR, onde formei uma concepção correta sobre pesquisa.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. IDENTIFICAÇÃO SIMPLIFICADA DA ESPÉCIE <i>P. argus</i> .....	04
3. FISIOLOGIA NUTRICIONAL.....	05
3.1. ALIMENTAÇÃO, DIGESTÃO E EXCREÇÃO.....	05
4. MUDA E CRESCIMENTO DE LAGOSTAS.....	06
4.1. CICLO DE MUDA.....	06
4.2. MUDANÇAS BIOQUÍMICAS.....	08
4.3. CRESCIMENTO.....	08
4.3.1. FATORES QUE INFLUENCIAM NO CRESCIMENTO.....	11
4.3.1.1. TEMPERATURA.....	11
4.3.1.2. SALINIDADE.....	11
4.3.1.3. ALIMENTAÇÃO.....	11
4.3.1.4. QUALIDADE DA ÁGUA.....	12
4.3.1.5. DENSIDADE DE ESTOCAGEM E HABITAT.....	12
5. NUTRIÇÃO DE LAGOSTAS.....	13
5.1. COLORAÇÃO.....	14
5.1.1. BLACK SPOT.....	14
5.2. SABOR.....	15
5.2.1. AMINOÁCIDOS LIVRES.....	15
5.2.2. NUCLEOTÍDEOS.....	15
5.2.3. GLICINA-BETAÍNA.....	16
5.3. ESTERÓIS.....	16
6. EXPERIMENTO DE ENGORDA DE LAGOSTAS EM LABORATÓRIO.....	16
6.1. METODOLOGIA.....	16
6.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
6.3. CONCLUSÕES.....	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

# ENGORDA E CRESCIMENTO DE LAGOSTAS: ESTUDO COMPARATIVO

Carlos Alexandre Gomes de Alencar

## 1. INTRODUÇÃO

As lagostas espinhosas, "spiny lobsters", da qual fazem parte as principais espécies brasileiras comercializadas, correspondem a 55% da produção total mundial de lagostas, e se distribuem nos mares tropicais e subtropicais: as lagostas do gênero *Jasus*, subtropicais, são capturadas na Nova Zelândia, África do Sul e Austrália; ao passo que as espécies tropicais, pertencentes ao gênero *Panulirus*, são exploradas pela Austrália, Brasil, Cuba, Estados Unidos, México, Índia, Ilhas do Caribe, Japão e França (Williams, 1986).

As espécies brasileiras, tanto *P. argus* como *P. laevicauda*, possuem grande aceitabilidade no mercado internacional, para onde são exportadas principalmente na forma de cauda congelada, destacando-se os Estados Unidos (95% das exportações), Japão e países europeus como principais consumidores. Recentemente tem-se efetuado, em pequena escala, exportações de lagosta viva e lagosta inteira cozida, gerando uma diversificação e melhor aproveitamento do produto (IBAMA, 1993).

A cotação da lagosta brasileira no mercado externo vem decaindo anualmente, devido principalmente à qualidade do produto, que está relacionada diretamente com o tratamento e manuseamento inadequado a bordo e nas empresas, gerando um produto de baixa qualidade e incapaz de competir com produtos similares provenientes de outros países (Fonteles Filho, 1989). Segundo Teixeira (1992), no Brasil as pescarias de lagostas apresentam algumas peculiaridades que posteriormente ocasionam uma queda no preço final do produto: 1) a lagosta pode ser descabeçada a bordo; 2) não utilização de tecnologia para transporte de lagostas vivas nas embarcações; 3) utilização de aparelhos de pesca (caçoeira) e sistemas (mergulho) não permitidos por lei; 4) utilização de barcos de grande

porte, com autonomia acima de 50 dias, que não utilizam métodos de processamento adequados a bordo.

Hoje em dia há uma tendência mundial em se trabalhar com produtos pesqueiros visando dois pontos principais de aproveitamento: a utilização total da matéria-prima, evitando-se desperdícios; e a obtenção de qualidade máxima para o produto final. O que é plenamente alcançado quando se trabalha com engorda de lagostas.

Atualmente, a pesca de lagostas está ultrapassando o limite máximo tolerável pelos estoques naturais, gerando a cada ano um decréscimo na produção, deflagrando uma crise que afeta os setores sócio-econômicos ligados à pesca. Nesse contexto, o cultivo de lagostas aparece como uma solução alternativa para se contornar essa crise, contribuindo para se evitar a depleção dos estoques naturais deste crustáceo. Entretanto, a pesquisa sobre criação de lagostas é muito recente, estando no mesmo estágio em que se encontrava o cultivo de camarões há 60 anos atrás, ou seja, em moldes experimentais de escala laboratorial.

Segundo Lellis (1991), o trabalho com lagostas vivas pode seguir três linhas principais de desenvolvimento: 1. O controle total do ciclo de vida da lagosta, desde a reprodução em cativeiro até a eclosão e desenvolvimento das larvas, com posterior crescimento até atingir a maturidade sexual; 2. A utilização de viveiros marinhos para manutenção e engorda de lagostas; 3. A coleta de indivíduos imaturos no ambiente natural para engorda e crescimento sob condições controladas em cativeiro (confinamento).

De acordo com Rahman (1994), o cultivo de lagostas espinhosas apresenta um grande potencial, principalmente pelo alto valor de mercado, rusticidade e aceitação ao alimento natural, além de praticamente não haver canibalismo quando comparadas às lagostas com pinças (*Homarus sp.*). Lellis (1991), estudando o crescimento de lagostas *Panulirus argus*, encontrou um período de 16 meses para que indivíduos capturados como puerulus (primeira fase após o período larval da lagosta) atingissem 450g em média.

Rahman (1994) observa que um sistema de cultivo de lagostas deve passar pelas

seguintes fases a serem analisadas: custos de capital, mão-de-obra e energia, aquisição de juvenis, disponibilidade de alimento, tamanho de comercialização e controle do material biodegradável na água (Figura 1).

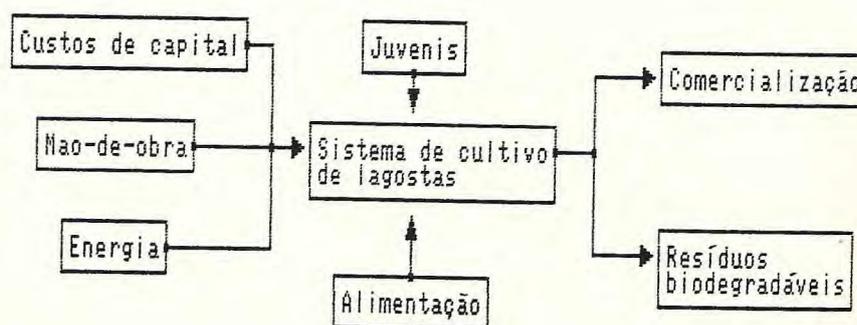


Figura 1: Etapas a serem analisadas em um sistema de cultivo de lagostas espinhosas (Rahman, 1994).

Em virtude da necessidade de realização de estudos mais aprofundados sobre confinamento, exigências nutricionais e crescimento de lagostas juvenis, este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de se obter maiores informações sobre o comportamento e crescimento de lagostas quando mantidas em ambientes confinados, contribuindo, desta maneira, para que ocorra um maior desenvolvimento da engorda de lagostas em cativeiro.

## 2. IDENTIFICAÇÃO SIMPLIFICADA DA ESPÉCIE *P. argus*

REINO: *Animalia*: Organismos multicelulares que se alimentam a partir de outros animais.  
Mais de um milhão de espécies.

FILO: *Arthropoda*: O maior filo dentre os animais. Corpo segmentado, encoberto por um exoesqueleto quitinoso. Aproximadamente 800.000 espécies.

CLASSE: *Crustacea*: As espécies, na sua maioria, são aquáticas. Corpo dividido em cabeça, torax e abdômen (normalmente com uma fusão da cabeça com o tórax, formando o cefalotórax). Possuem dois pares de antenas. Aproximadamente 30.000 espécies.

SUB-CLASSE: *Malacostraca*: Em torno de 20.000 espécies. Possuem um par de olhos compostos, apêndices torácicos para locomoção e abdominais para natação. Sexos separados. Predominantemente marinhos.

ORDEM: *Decapoda*: Apresentam 8 pares de apêndices torácicos, dos quais três fazem parte do aparelho bucal e cinco são apêndices (pereiópodos) de locomoção. Abdômen segmentado em seis divisões. Em torno de 10.000 espécies.

FAMÍLIA: *Palinuridae*: Antenas mais compridas que o corpo cilíndrico. Não possuem pinças. Aproximadamente 50 espécies.

GÊNERO: *Panulirus*: Lagostas espinhosas. Possuem antênulas longas. Órgão estridulante (produtor de ruído) na base da antena. Existem 19 espécies, incluindo: *P. argus*, *P. laevicauda*, *P. cygnus*, *P. ornatus*, *P. longipes*, etc.

ESPÉCIE: *Panulirus argus*: Apêndices divididos em três: cefálicos, torácicos e abdominais. Antênulas providas de pelos com nervos olfatórios.

### 3. FISILOGIA NUTRICIONAL

Estudos sobre fisiologia de lagostas são muito recentes, com poucos autores realizando estudos sobre metabolismo e exigências nutricionais (Dall, 1974; Aiken, 1976; Phillips *et al.*, 1980).

#### 3.1. ALIMENTAÇÃO, DIGESTÃO E EXCREÇÃO:

De acordo com Hallback e Warem (1972), os principais constituintes da dieta de *Homarus gamarus* são pequenos crustáceos, moluscos e poliquetas. Para *Jasus lalandii*, Newman e Pollock (1974a) encontraram uma alimentação predominante de mexilhões, enquanto que *Panulirus interruptus* e *P. argus* se alimentam de moluscos (principalmente gastrópodes), crustáceos, equinodermas, gramíneas marinhas e algas coralíneas (Lindberg, 1955; Fernandes, 1971). Já Gray (1992) relata que, para *P. cygnus*, estudos detalhados demonstram uma dieta alimentar variando consideravelmente com o ambiente, época do ano e tamanho dos indivíduos.

Pesquisadores de alimentos estão concentrando suas atenções para a atratividade de cada alimento, detectada pelas lagostas através de quimiorrecepção. Em todas as espécies de lagostas, a quimiorrecepção se dá nos filamentos existentes nas antenas e antênulas. Estes órgãos são eletrofisiologicamente sensíveis a aminoácidos, particularmente taurina. Essa sensibilidade diminui gradativamente para proteínas, carboidratos e ácidos graxos (Ache, 1972; Shephard, 1974; Fuzessery *et al.*, 1978).

O trato digestivo das lagostas é relativamente simplificado e retilíneo, sendo dividido em três regiões: os intestinos anterior, médio e posterior. A região do intestino anterior é constituída pela boca, esôfago e estômago duplo, onde se dá a liberação de enzimas ácidas pelo hepatopâncreas. A absorção dos nutrientes pela corrente sanguínea

ocorre no intestino médio. O intestino posterior termina no ânus, onde são excretados os compostos não utilizados pelo organismo (Cobb *et al.*, 1980).

Os principais compostos nitrogenados são excretados pelas brânquias, intestinos, e em menor quantidade, pelas glândulas verdes. O composto excretado em maior quantidade pelas lagostas é a amônia, perfazendo valores acima de 72% do nitrogênio total excretado. Os compostos nitrogenados encontrados na urina de lagostas são ainda desconhecidos, mas sabe-se que 21% do total de nitrogênio é formado por uréia, amônia e compostos amínicos (Cobb *et al.*, 1980).

#### 4. MUDA E CRESCIMENTO DE LAGOSTAS

##### 4.1. CICLO DE MUDA

A palavra "muda" inclui todas as modificações fisiológicas e morfológicas envolvidas na preparação da ecdise. A maioria dos crustáceos decápodes passam a vida inteira realizando um ciclo contínuo de eventos de muda. Drach (1939), citado por Cobb (1980), foi quem reconheceu as mudanças morfológicas, fisiológicas e cuticulares associadas com a muda em crustáceos decápodes, dividindo o ciclo em quatro períodos básicos (Pós-muda, intermuda, pre-muda e muda), cinco estágios (A-E) e vários sub-estágios. A ecdise é considerada apenas o estado "E", onde o indivíduo realiza a mudança de carapaça. A seguir estão relatados todos os estágios de muda para a lagosta americana, *Homarus americanus*, podendo ser aplicados para as outras espécies de lagostas (Figueiredo e Thomas, 1967):

##### ESTÁGIO A1:

O corpo se apresenta flácido; há uma absorção contínua de água; as novas dimensões são alcançadas 4 a 8 horas após a ecdise.

ESTÁGIO A2:

O tegumento ainda está frágil, mas as partes da boca e mandíbula já estão endurecidas, quando o indivíduo está apto a comer a carapaça. Nesta fase se inicia a mineralização da exocutícula.

ESTÁGIO B:

Tegumento flexível; exocutícula formada; formação da nova endocutícula.

ESTÁGIO C1:

Tegumento continua flexível; início da atividade alimentar.

ESTÁGIO C2:

Carapaça rígida da região postero-dorsal até o rostro, mas flexível no restante do corpo; endurecimento da carapaça antero-dorsal.

ESTÁGIO C3:

A carapaça branquial ainda sofre depressão quando comprimida, mas a carapaça já está totalmente rígida no restante do corpo.

ESTÁGIO C4:

A membrana endocuticular está formada; todas as partes da carapaça estão rígidas; acúmulo de reservas orgânicas.

ESTÁGIO D0:

Pré-muda passiva; este estágio pode se estender por um longo período (anecdise); a epiderme se retrai da cutícula; início da calcificação gastrolítica.

ESTÁGIO D1:

Pré-muda ativa; formação da nova epicutícula e invaginação máxima.

ESTÁGIO D2:

Formação da nova exocutícula.

### ESTÁGIO D3:

Reabsorção extensiva de minerais do exoesqueleto; descalcificação da superfície dorsal.

### ESTÁGIO E:

-Fase passiva da ecdise; incremento na absorção de água; suturas ecdisiais abertas, mas a membrana toraco-abdominal permanece intacta.

-Fase ativa; Ruptura da membrana toraco-abdominal; a carapaça é lançada em movimentos para a frente; leva menos de 10 minutos para se completar a ecdise em lagostas da espécie *P. argus*.

## 4.2. MUDANÇAS BIOQUÍMICAS

A maioria dos crustáceos decápodes acumulam reservas orgânicas durante o processo de intermuda e pré-muda. Para *Homarus*, nitrogênio, magnésio, cálcio, fosfato e glicogênio são estocados no hepatopâncreas durante a intermuda (Stewart *et al.*, 1972), sendo utilizados posteriormente como fonte para a síntese de soro de proteínas durante a pré-muda (Hepper, 1977). Na metade da pré-muda, a maioria do conteúdo orgânico e inorgânico existente na endocutícula é reabsorvido e estocado no hepatopâncreas. No final da pré-muda, coincidindo com a formação da nova cutícula, foi observada atividade enzimática (fosfatase alcalina) e incremento de glicogênio no tecido epidermal (Travis, 1955a, 1960, citado por Cobb *et al.*, 1980).

## 4.3. CRESCIMENTO:

O incremento de tamanho na ecdise tem sido demonstrado convincentemente para crustáceos, havendo um maior crescimento relativo para indivíduos jovens (Mauchline, 1976).

No início dos experimentos sobre crescimento de lagostas, Kurata (1962) encontrou uma relação linear para incrementos em peso, expressando esta relação como:

$$L_{n+1} = a + b.L_n$$

onde  $L_n$  e  $L_{n+1}$  são os comprimentos pré e pós-muda, e "a" e "b" são constantes que denotam as taxas de incremento de tamanho nas sucessivas mudas. Este autor observou a existência de pontos de inflexão existentes nessa relação linear ao longo da vida dos animais, relacionando-os com as fases de transição do estágio larval para juvenil, e de juvenil para adulto.

Mauchline (1976) sugeriu que em vez de se trabalhar com os comprimentos de pós-muda para pré-muda, como utilizado por Kurata (1962), se utilizasse um relacionamento linear obtido ao se plotar em escala logarítmica o incremento de comprimento contra o comprimento do indivíduo ou número de mudas. Esse incremento linear foi utilizado para se gerar uma constante chamada de "Fator de Inclinação da Muda", a qual determina a porcentagem de decréscimo no incremento do tamanho dos indivíduos nas sucessivas mudas. Uma relação similar também existe quando se relaciona o logaritmo do período intermuda com o comprimento ou nº de mudas, sendo a constante chamada de "Fator de Inclinação para o Período Intermuda", a qual define o incremento de tempo intermuda para as sucessivas mudas (Figura 2). Esse tipo de relação também pode ser calculada usando-se o logaritmo do fator de crescimento (incremento percentual de tamanho a cada muda) *versus* o comprimento do indivíduo.

O crescimento de juvenis de *P. cygnus* foi estudado por Gray (1992), quando se observou que as lagostas cresciam de maneira abrupta, relacionando-se com uma diminuição da alimentação à medida em que se aproxima a ecdise, quando o indivíduo muda de carapaça, absorve água rapidamente, ocasionando uma expansão do corpo. A partir desse momento, o indivíduo passa a se alimentar normalmente, iniciando-se outro ciclo de muda (Figura 3).

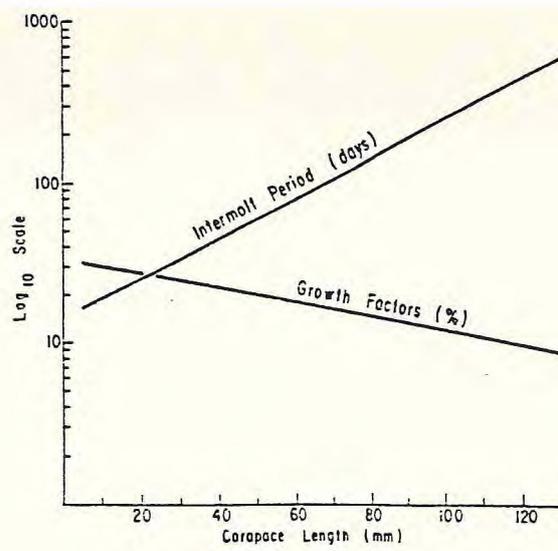


Figura 2: Relação inversa entre período intermuda e fator de crescimento (incremento percentual linear), descrito por Mauchline, 1976.

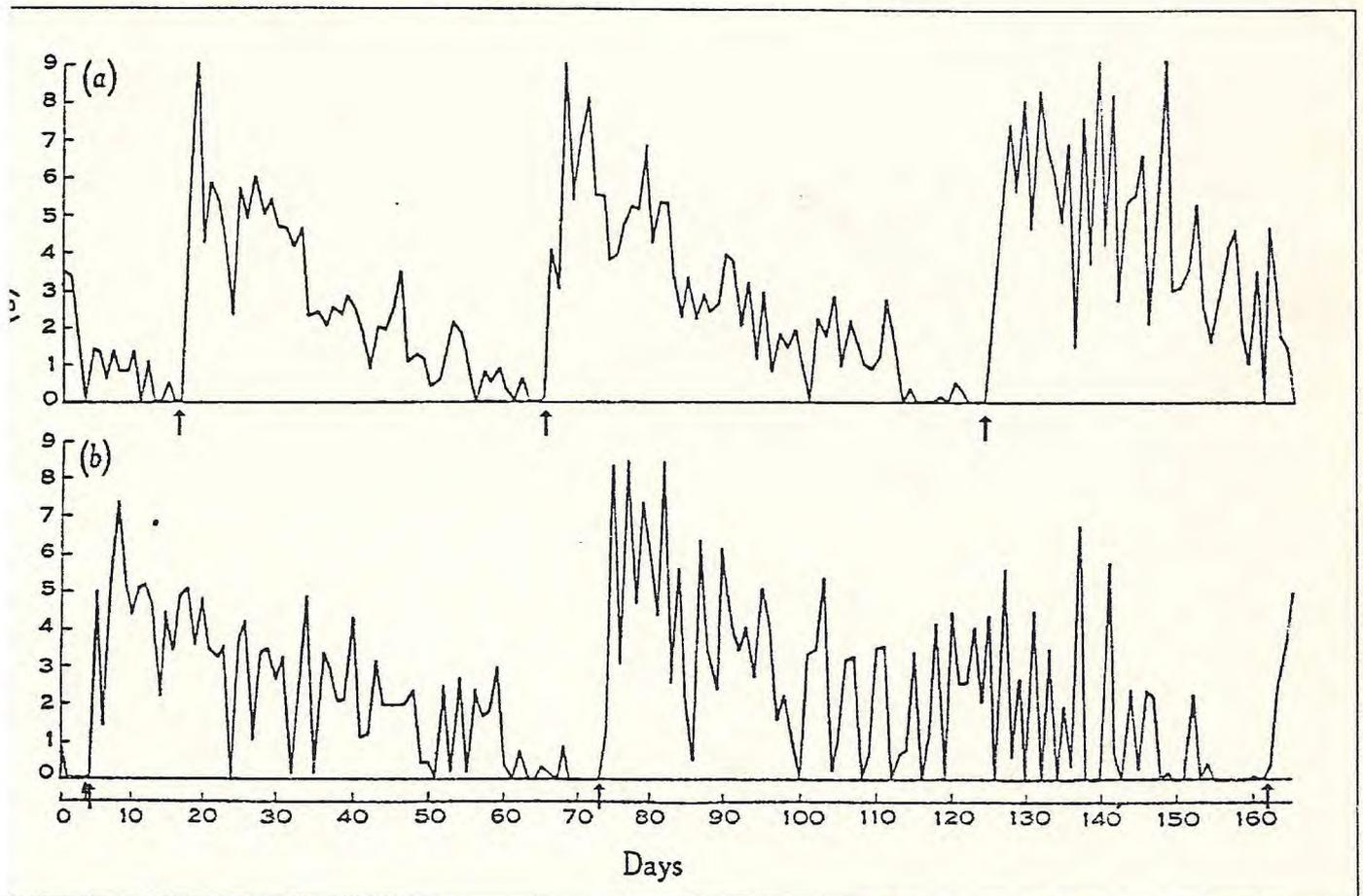


Figura 3: Relação entre alimentação e picos de muda para lagostas da espécie *P. cygnus* (Gray, 1992).

### 4.3.1. FATORES QUE INFLUENCIAM NO CRESCIMENTO DE LAGOSTAS

Em todos os seres vivos, os processos de crescimento podem ser alterados através de estímulos externos, variando-se a intensidade de acordo com as espécies. Como exemplo, podemos citar a influência da temperatura, salinidade, alimentação, qualidade da água, e densidade de estocagem (Aiken, 1980).

#### 4.3.1.1. TEMPERATURA

A temperatura da água influencia fortemente o crescimento de lagostas espinhosas. Lellis (1990) calculou por regressão quadrática uma temperatura ótima de 29,1°C para comprimento e de 29,2°C para peso, em um cultivo de juvenis de *P. argus*. Também foi observado que temperaturas de estocagem muito elevadas ocasionavam alguns problemas, como por exemplo, baixa eficiência de conversão alimentar, consumo elevado da alimento, gastos energéticos altos e incidência de doenças.

#### 4.3.1.2. SALINIDADE

Juvenis de lagostas podem tolerar reduções graduais na salinidade até 20‰, mas considera-se que salinidades iguais às da água do mar (35‰) são consideradas ideais. A salinidade também pode afetar o "flavour" da carne de lagostas.

#### 4.3.1.3. ALIMENTAÇÃO

A alimentação é de fundamental importância em um cultivo, devido a sua influência nas características químicas e na qualidade externa dos organismos cultivados. Dependendo

do tipo de alimento, um indivíduo pode apresentar variações de sabor, cor e composição química.

A lagosta espinhosa, quando no ambiente natural, se alimenta principalmente de invertebrados marinhos bentônicos. Castell (1983) observou que alimentos com níveis elevados de ácidos graxos poli-insaturados da série n-3 são responsáveis por um melhor crescimento e sobrevivência de lagostas. Pigmentos carotenóides, principalmente astaxantina, mantém uma boa coloração do exoesqueleto (Booth e Kittaka, 1994).

#### 4.3.1.4. QUALIDADE DA ÁGUA

A amônia é o principal composto nitrogenado causador de elevados níveis de "stress" em lagostas, sendo que o nível total de amônia em sistemas de recirculação nunca deve exceder 0,5mg/l (Forteath, 1990). Níveis de oxigênio entre 0,5 e 3,0mg/l podem ser letais para as lagostas, variando de espécie para espécie.

#### 4.3.1.5. DENSIDADE DE ESTOCAGEM E HABITAT

As lagostas são por natureza animais que vivem agrupados. Phillips (1985) estimou uma densidade de estocagem de 25Kg/m<sup>2</sup> para juvenis de *P. cygnus* mantidos em cativeiro, sendo que as taxas de crescimento variam proporcionalmente com a área de confinamento.

O tipo de habitat também exerce influências na taxa de crescimento. Chittleborough (1974) cita que juvenis criados em substrato de conchas de ostra crescem melhor que os indivíduos criados sobre conchas mais finas, como as de mexilhão. Estes efeitos provavelmente exercem uma pressão social nas lagostas, resultando numa melhor ou pior nutrição dos animais.

## 5. NUTRIÇÃO DE LAGOSTAS

Ao se cultivar organismos aquáticos, um dos principais agentes que vão influenciar no sucesso ou não de um cultivo é a alimentação dos organismos. Todos os animais necessitam obter nutrientes através da alimentação para que possam desempenhar as suas funções vitais. Os principais componentes para uma boa nutrição são: proteínas, lipídios, vitaminas, carboidratos e minerais.

O sabor está relacionado com a qualidade e quantidade de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no indivíduo e que podem ser extraídas, tais como: aminoácidos, dipeptídeos, nucleotídeos, compostos amoniacais, ácidos orgânicos, etc.

A composição química varia de acordo com o estado reprodutivo que o indivíduo se encontra, o ambiente, a época do ano e o tipo de alimentação ministrada.

Gallagher (1976) estabeleceu dez aminoácidos como sendo essenciais para a lagosta americana, são eles: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina.

Em uma reunião da "World Mariculture Society" em 1984, foram desenvolvidas duas possíveis dietas de referência padronizadas para crustáceos. Sendo que uma, BML 81S, foi desenvolvida pelo "Bodega Marine Laboratory", Califórnia; e a outra, HFX CRD 84, pelo "Halifax Laboratory", Canadá. Essas dietas foram aceitas para diversas espécies de crustáceos, sendo que indivíduos jovens de *Panulirus argus* apresentam desenvolvimento alimentar e nutricional diferentes, rejeitando o alimento à base de caseína (BML 81S) e havendo uma mortalidade muito elevada (73,3%) quando alimentados com HFX CRD 84 (Lellis, 1992).

A deficiência de lecitina em dietas para lagostas ocasiona uma elevada taxa de mortalidade causada pela inabilidade de se completar a ecdise.

De acordo com Conklin *et al.* (1975), o teor de cálcio tem efeito na mineralização do exoesqueleto de lagostas.

O crescimento de juvenis de lagostas pode ser aumentado com a adição de 4% de uma mistura de vitaminas na ração (Conklin *et al.*, 1980), sendo que as mais importantes são: diamina, riboflavina, ácido nicotínico, piridoxina, ácido pantotênico, biotina, ácido fólico, colina, inositol, vitaminas C, E e D, além de  $\beta$ -caroteno (Kanazawa, 1985, 1989).

A inclusão de carotenóides em uma dieta resulta em um acúmulo de pigmentos no exoesqueleto (D'abramo *et al.*, 1983), melhorando o aspecto visual da lagosta.

### 5.1. COLORAÇÃO:

A coloração da carapaça e da cauda de lagostas, dependem da presença de carotenoides na dieta. Carotenóides e carotenoproteínas são responsáveis pela pigmentação natural nos crustáceos. A maioria dos carotenóides presentes na carapaça são a astaxantina (45%) e 4-ketozeaxantina (30%).

Os crustáceos não sintetizam carotenóides, mas podem converter a maioria destes através de dois caminhos metabólico-oxidativos formadores de astaxantina (Matsuno, 1991):

- a)  $\beta$ -caroteno  $\Rightarrow$  equinenona  $\Rightarrow$  cantaxantina  $\Rightarrow$  adonirubina  $\Rightarrow$  astaxantina;
- b) zeaxantina  $\Rightarrow$  adonixantina  $\Rightarrow$  astaxantina.

#### 5.1.1. BLACK SPOT

O escurecimento da carne de crustáceos é causado pela ação de polifenoloxidase, tirosinase, polifenolase, fenolase, catecol oxidase, cresolase e catecolase (Chen *et al.*, 1991).

A formação de "black spot" em caudas de lagostas brasileiras, *P. argus* e *P. laevicauda*, provavelmente se deve à especificidade dessas espécies a atividade da enzima fenoloxidase e ao metabolismo do ciclo de muda (Ogawa *et al.*, 1984).

Ogawa (1983) sugere que um bom manuseio das lagostas, evitando injúrias fisiológicas, tais como traumatismos, sangramentos ou stress após a captura é importante na prevenção do desenvolvimento de "black spot".

## 5.2. SABOR

As razões para sabores diferentes no músculo de cauda de lagostas são devido principalmente a ação de ingredientes orgânicos do tipo: aminoácidos livres, nucleotídeos e glicina betáína.

Os componentes produtores de sabor na carne de lagostas são influenciados por alguns fatores como crescimento, maturação sexual, condições ambientais e sazonais, dieta, frescor, etc.

### 5.2.1. AMINOÁCIDOS LIVRES

O músculo de lagosta apresenta uma variação na composição de aminoácidos livres, havendo algumas características em comum:

- a) Glicina é o mais proeminente, excedendo 1% do músculo;
- b) O conteúdo de arginina também é alto, acima de 0,5% do músculo;
- c) Prolina, taurina e alanina são abundantes quando comparadas com os outros aminoácidos.

### 5.2.2. NUCLEOTÍDEOS

Estudos têm relatado que em crustáceos a adenosina-5'-monofosfato e inosina-5'-monofosfato são os principais nucleotídeos presentes no músculo fresco de lagostas.

### 5.2.3. GLICINA BETAÍNA

Este componente está relacionado com a produção de sabor em lagostas, e tem sido reconhecido como precursor de "flavor" de alimento marinho.

### 5.3. ESTERÓIS

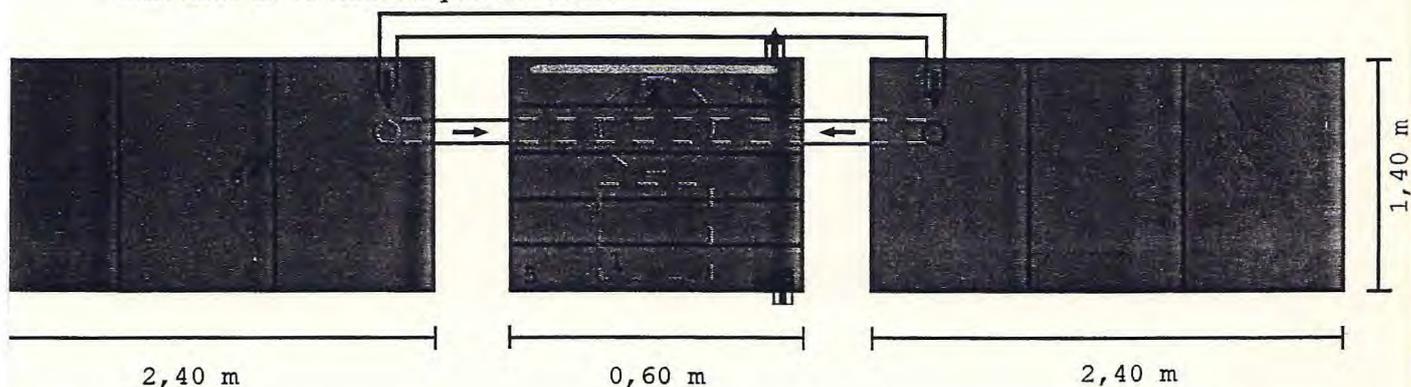
A nutrição lipídica de crustáceos, com o requerimento de fontes de esteróis, se torna precursora de crescimento e sobrevivência para lagostas. O colesterol é um importante precursor de sais biliares, hormônios esteróides e vitamina D. Para a lagosta espinhosa, foi demonstrada a conversão de colesterol exógeno em hormônios sexuais como progesterona, 17-hidroxiprogesterona, androstenodiona e testosterona (Kanazawa & Teshima, 1971) e também ecdisterona (hormônios de muda).

## 6. EXPERIMENTO DE ENGORDA DE LAGOSTAS EM LABORATÓRIO

### 6.1. METODOLOGIA

Trabalhou-se com lagostas da espécie *P. argus*, com tamanho próximo ao comercial (< 13cm de cauda), as quais foram alimentadas diariamente com duas espécies de moluscos bivalvos, que eram estocados em congelador, descongelando-se diariamente apenas a quantidade a ser fornecida. As espécies utilizadas como alimento foram: taioba, *Donax striatus* (Linnaeus, 1767); e búzio, *Anomaliocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), existentes em abundância nas praias do litoral cearense, sendo fornecidos na proporção de 8% da biomassa total do tanque. A alimentação era realizada ao entardecer, considerando-se o hábito alimentar predominantemente noturno das lagostas (Fielder, 1965).

A engorda efetuou-se em uma bateria de dois tanques retangulares de fibra de vidro, cada um dos quais dividido em três compartimentos (Figura 4) por divisórias de tela plástica, sendo em cada um destes acomodadas duas lagostas. Contando com uma superfície  $3,36\text{m}^2$  e uma capacidade de 2.000 litros, cada bateria de tanques está equipada com um filtro biológico com esterilização utilizando-se luz ultra-violeta na saída de água (Figura 5), um filtro mecânico (tipo de piscina) e uma bomba para circulação da água. O aludido sistema apresenta circulação fechada de água, sendo acionado periodicamente a intervalos de 15 minutos por um "timer".



- |                     |                      |                        |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| 1 - Bomba d'água    | 3 - Luz ultravioleta | 5 - Filtro biológico   |
| 2 - Filtro mecânico | 4 - Tanque de fibra  | 6 - Divisórias de tela |

Figura 4: Layout (vista superior) de uma bateria de tanques para engorda de lagostas.

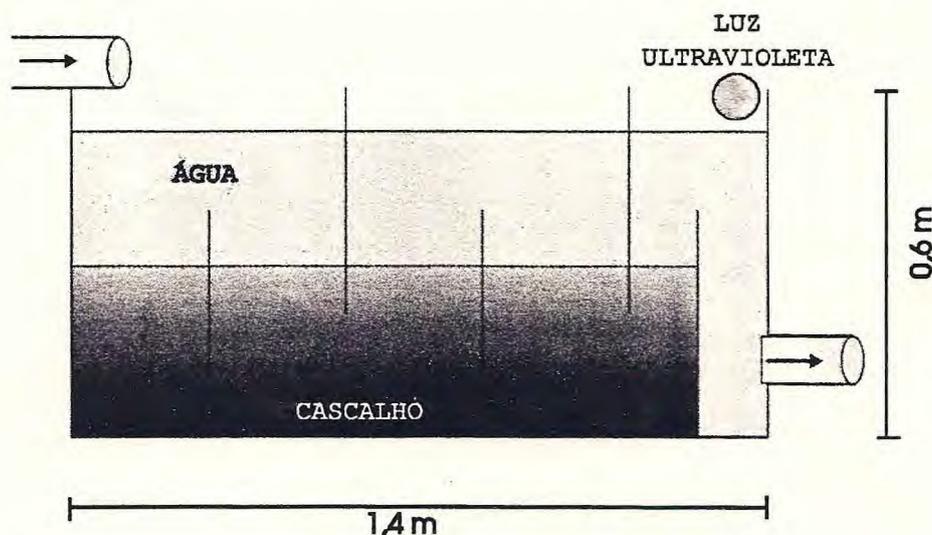


Figura 5: Corte esquemático de um filtro biológico.

O controle da qualidade da água do cultivo foi monitorado diariamente mediante a determinação dos seguintes parâmetros: salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, saturado e percentual. Paralelamente procedeu-se a uma sifonagem para retirada dos restos de alimentos e excrementos, realizando-se ocasionalmente a renovação de 1/3 da capacidade total de água dos tanques, objetivando-se manter uma linearidade nos parâmetros físico-químicos da água.

As lagostas foram pesadas em balança eletrônica semi-analítica e medidas com paquímetro de precisão, registrando-se os comprimentos da cauda, cefalotórax e total.

Para efeito de comparação dos resultados, foram utilizados os seguintes parâmetros, de acordo com Guary *et al.* (1976), citado por Diaz-Iglesia *et al.* (1991):

1. Sobrevivência (%);

2. Taxa de crescimento em comprimento de cefalotórax (%):

$$L_{cr} = \frac{(\bar{L}_{cf} - \bar{L}_{ci})}{\bar{L}_{ci}} \times 100$$

onde:

$\bar{L}_{cf}$  = comprimento médio final do cefalotórax

$\bar{L}_{ci}$  = comp. médio inicial do cefalotórax

3. Taxa de crescimento em peso total (%):

$$P_r = \frac{(\bar{P}_f - \bar{P}_i)}{\bar{P}_i} \times 100$$

onde:

$\bar{P}_f$  = peso médio final

$\bar{P}_i$  = peso médio inicial

4. Incremento relativo de biomassa (diário):

$$R = \frac{(\bar{P}_f \times n) - (\bar{P}_i \times n)}{(\bar{P}_i \times n)} \times 100 \times \frac{1}{T}$$

onde:

n = número de sobreviventes

T = tempo do experimento (dias)

## 6.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A princípio, as lagostas foram alimentadas na proporção de 5% da biomassa, sendo esta taxa aumentada gradativamente até 10%, observando-se que a proporção ideal foi de 8% da biomassa total de cada tanque. Ressalta-se que o alimento (molusco bivalvo) foi fornecido inteiro com a concha, sendo que a percentagem de biomassa era calculada somente para a carne do molusco, posteriormente retirando-se os restos de conchas e alimentos por sifonagem.

A qualidade da água do cultivo foi mantida nos seguintes níveis: 1) salinidade entre 35 e 36‰; 2) temperatura entre 28,5 a 29°C; 3) pH próximo a 8,0; e 4) oxigênio dissolvido com média superior a 6,50mg/l.

Deve-se salientar que a densidade de estocagem foi mantida baixa (aproximadamente 2 ind./m<sup>2</sup>) e invariável para que se pudesse analisar apenas o fator alimentação como influenciador do crescimento, tentando-se manter, sempre que possível, todos os outros parâmetros invariáveis.

No decorrer do Projeto financiado pelo BNB acerca de engorda de lagostas, outros pesquisadores do LABOMAR testaram diversos alimentos naturais, quando foi verificado que a ostra, *Crassostrea sp.*, causava a morte dos indivíduos no momento da ecdise ("molt death syndrome"), já a ração para camarão foi descartada por causar uma queda acentuada na qualidade da água, além da síndrome de morte durante a muda, agravante citado anteriormente. Para lagostas da espécie *P. laevicauda*, com tamanho de cefalotórax variando entre 4 a 5cm, os alimentos que ocasionaram um bom crescimento foram: caramujo marinho, *Tegula sp.*, e ermitão, *Clibanarium sp.*

### 6.2.1. TANQUE 1

A salinidade da água de cultivo se situou entre 34 e 37‰ com uma média de 35,46‰; a temperatura foi mantida entre 28,0 e 29,1°C com média de 28,75°C; o pH variou de 7,54 a 8,34 com uma média de 7,86; e o oxigênio dissolvido manteve-se entre 5,85 e 7,11mg/l com média de 6,59mg/l (Tabela 1, Figura 6).

Nesse tanque, as lagostas alimentadas com taioba, *Donax striatus* apresentaram sobrevivência de 100%, peso médio inicial de 232,88g e comprimento médio inicial de cefalotórax de 6,42cm, atingindo em 114 dias de experimento um peso médio de 306,44g e comprimento médio de cefalotórax de 7,59cm, com um total de 9 mudas (três lagostas mudaram duas vezes), apresentando um incremento de peso da ordem de 31,59%, gerando um rendimento diário de biomassa de 0,277%/dia. O período médio intermuda foi de 52 dias (Tabela 2).

Este alimento foi considerado eficiente para engorda de lagostas, pois, supostamente, todos os animais cultivados completariam a 2ª muda se mantidos por mais 30 dias sob as mesmas condições, quando então atingiriam o tamanho comercial, viabilizando o cultivo de lagostas com esse tamanho inicial.

### 6.2.2. TANQUE 2

A salinidade se situou entre 35 e 37‰ com uma média de 35,37‰; a temperatura situou-se entre 27,9 e 29,1°C com média de 28,46°C; o pH variou de 7,57 a 8,34 com uma média de 7,88; e o oxigênio dissolvido manteve-se entre 5,94 e 7,38mg/l com média de 6,63mg/l (Tabela 1, Figura 6).

As lagostas alimentadas com búzio, *Anomaliocardia brasiliiana*, apresentaram sobrevivência de 100%, peso médio inicial de 150,315g e comprimento médio inicial de cefalotórax de 5,73cm, atingindo uma média de 181,69g e comprimento médio de

cefalotórax de 6,26cm em 121 dias de cultivo, realizando um total de 8 mudas (duas lagostas mudaram duas vezes), resultando num incremento de peso de 20,87% nesse período, com rendimento de 0,173%/dia. O período intermuda foi de 67 dias em média (Tabela 2).

O presente experimento mostra um melhor crescimento quando foi utilizada taioba como alimento. O búzio, apesar de aceito como alimento, não ocasionou um bom incremento de biomassa (Tabela 2). Dessa maneira, supõe-se que a taioba seja o alimento mais completo nutricionalmente dentre os testados, presumindo-se que ela possua concentrações elevadas de colesterol, ácido ascórbico, aminoácidos essenciais e ácidos graxos poli-insaturados da série n-3 (Castell, 1983).

Ao se comparar a coloração da carapaça das lagostas, verificou-se que os indivíduos alimentados com búzio apresentavam uma acentuada perda de coloração, levando-nos a supor que esse alimento deve possuir concentrações muito baixas de carotenóides (principalmente astaxantina). O mesmo não foi observado com tanta intensidade para a taioba. Também foi constatado que os indivíduos alimentados com búzio apresentavam manchas escuras na carapaça, ocasionados por bactérias ou fungos.

De acordo com Cobb *et al.* (1980), pela própria tendência da curva de crescimento, as lagostas de menor tamanho deveriam apresentar um crescimento mais acelerado, o que não foi verificado no experimento, confirmando a ineficiência do búzio, *Anomaliocardia brasiliiana*, como alimento para engorda de lagostas.

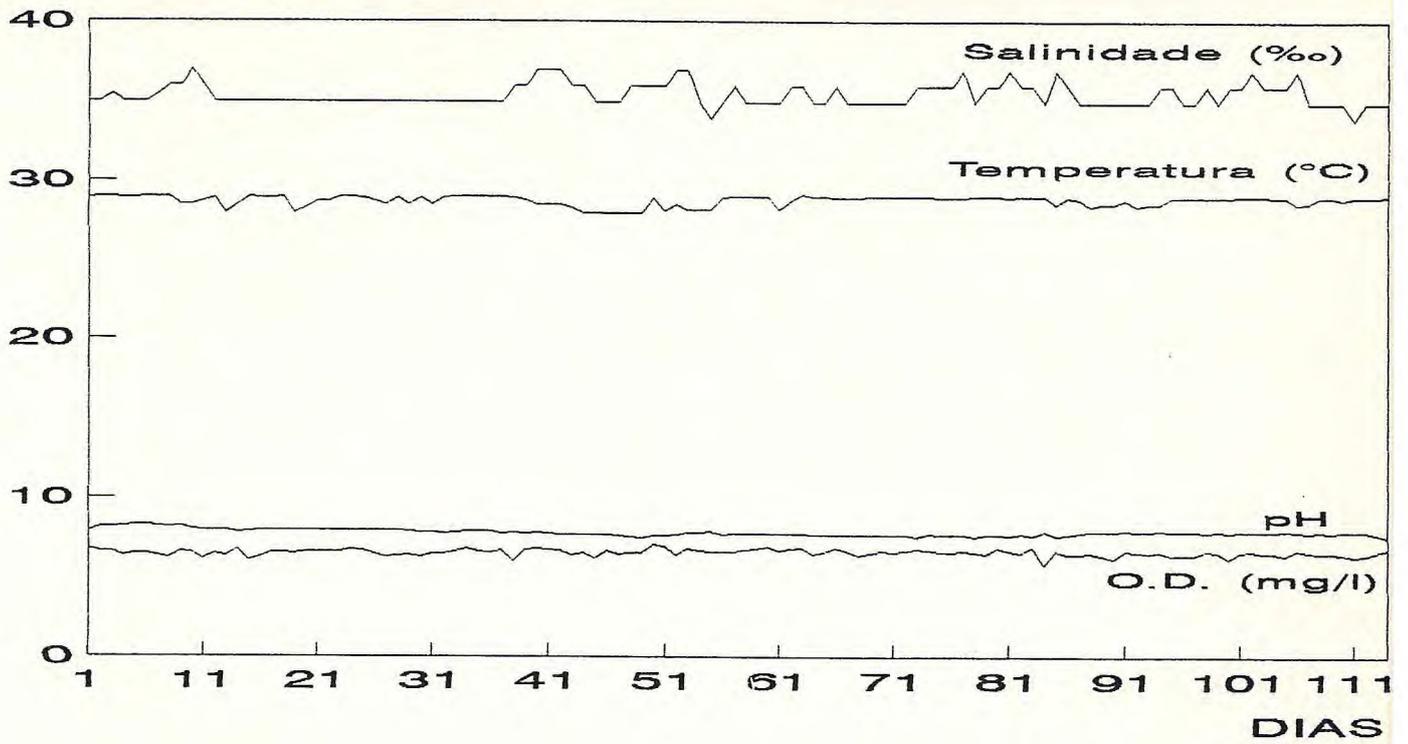
Este tipo de trabalho deve ser realizado para outros alimentos previamente selecionados (moluscos, crustáceos, etc.), para que se possa futuramente realizar uma comparação das características químicas de cada alimento, e, a partir daí, definir quais os componentes (aminoácidos, fosfolipídeos, colesterol, ácidos graxos, carotenóides, etc.) e suas concentrações adequadas para se elaborar uma ração que atenda a todas as exigências nutricionais das lagostas.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos da água de cultivo de lagostas.

	TANQUES	
	1	2
<b>SALINIDADE (‰)</b>		
Média	35,46	35,37
Desvio	0,687	0,591
Máximo	37	37
Mínimo	34	35
<b>TEMPERATURA (°C)</b>		
Média	28,75	28,46
Desvio	0,310	0,335
Máximo	29,1	29,1
Mínimo	28,0	27,9
<b>pH</b>		
Média	7,86	7,88
Desvio	0,158	0,162
Máximo	8,34	8,34
Mínimo	7,54	7,57
<b>OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)</b>		
Média	6,59	6,63
Desvio	0,200	0,251
Máximo	7,11	7,38
Mínimo	5,85	5,94

Tabela 2: Resultados obtidos no experimento de engorda de lagostas em escala laboratorial.

	TANQUES	
	1	2
Espécie	<i>P. argus</i>	<i>P. argus</i>
Alimentação	taioba	búzio
Nº inds.	6	6
$\bar{L}_{ct}$	6,415	5,727
$\bar{L}_{cf}$	7,592	6,260
$\bar{P}_i$	232,882	150,315
$\bar{P}_f$	306,440	181,693
Nº total de mudas	9	8
Sobrevivência (%)	100	100
$L_{cr}$ (%)	18,35	9,31
$P_r$ (%)	31,59	20,87
Tempo de cultivo (dias)	114	121
R (%/dia)	0,277	0,173



TANQUE 02

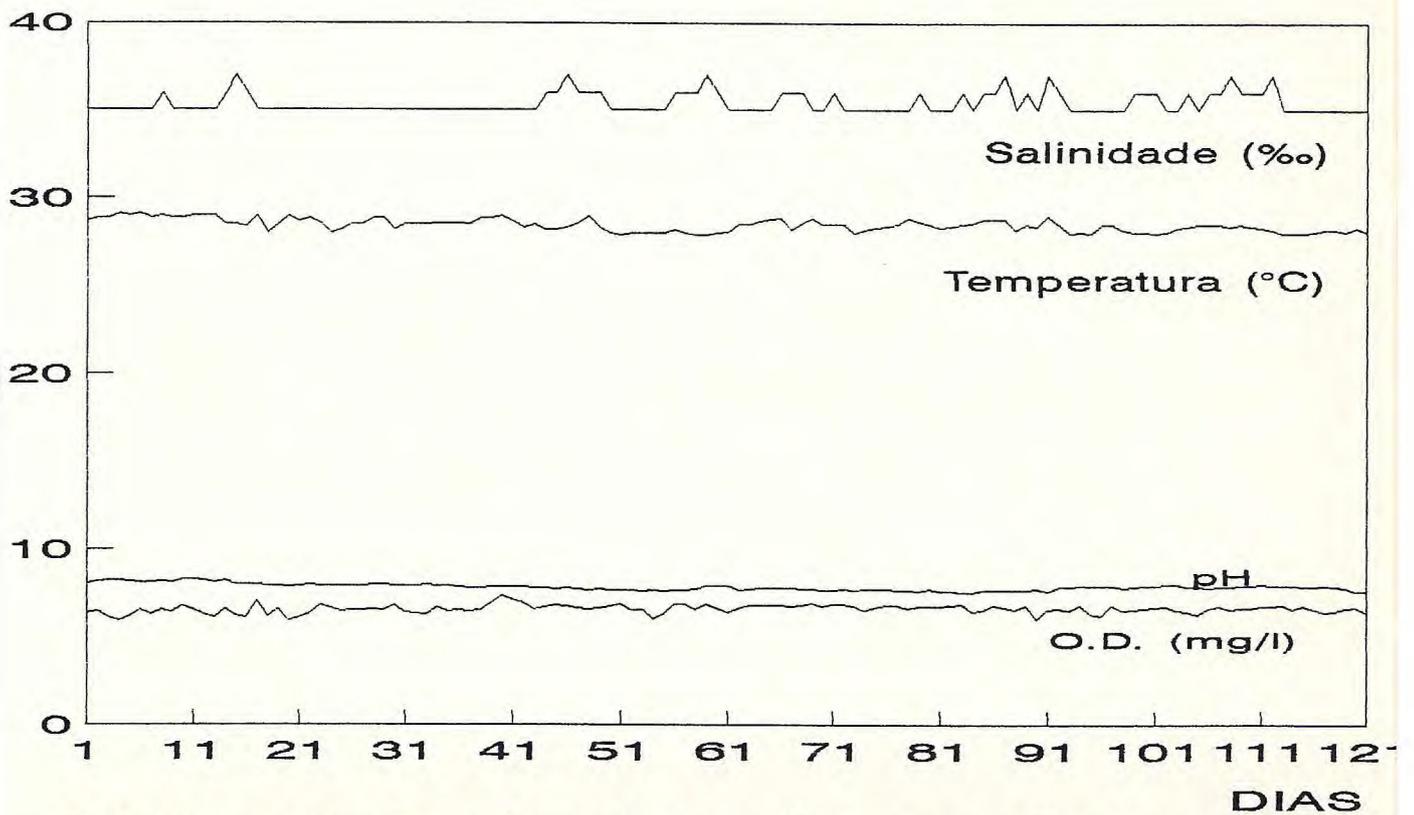


Figura 6: Parâmetros físico-químicos da água do experimento.

Saliente-se que a utilização de um único tipo de alimentação para engorda de lagostas se deve à possibilidade de se fazer análises mais precisas da influência nutricional de cada alimento. Em trabalhos anteriores, Lellis (1991) obteve valores superiores de incremento de peso para lagostas entre 100 e 300g utilizando uma alimentação diversificada (peixes, camarões, mexilhões, lulas, etc.), enquanto que Rahman (1994) cita que a lagosta *P. homarus*, com alimentação diversificada e pesando entre 50 e 100g, necessita de um período de 5 a 6 meses para atingir um peso de 250g.

### 6.3 CONCLUSÕES

Para as lagostas da espécie *P. argus*, dentre os alimentos testados, a taioba, *Donax striatus*, foi a que ocasionou um maior incremento de biomassa (31,59% para 114 dias de cultivo), gerando um crescimento médio de cefalotórax de 6,42cm para 7,59cm, para um aumento médio de peso de 232,88g para 306,44g.

O búzio, *Anomaliocardia brasiliiana*, ocasionou um incremento em peso de 20,87% para 121 dias de cultivo, com baixas taxas de crescimento e peso. Ressalta-se que os indivíduos cultivados com esse alimento apresentavam uma descoloração acentuada da carapaça, além de serem mais suscetíveis à doenças originadas por bactérias ou fungos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, D.E. Photoperiod, endocrinology and the crustacean molt cycle. *Science* **164**, 149-155. 1969.
- Aiken, D.E. and Waddy, S.L. Space, density and growth of the lobster (*Homarus americanus*). *Proc. Annu. Meet.-World Maric. Soc.* **9**, 461-467. 1978.
- Castell, J.D. Fatty acid metabolism in crustaceans. In: **Spiny Lobster Management**. Ed. Phillips, B.F.; Cobb, J.S.; Kittaka, Fishing News Books, p. 424-445, 1994.
- Chittleborough, R.G. Review of prospects for rearing rock lobsters. *Aust. Fish.* **33**, 1-5. 1974.
- Cobb, J.S.; Phillips, B.F. **The Biology and Management of Lobsters**. Vol. I. *Physiology and Behavior* Academic Press, New York, 463 pp. 1980.
- Conceição, R.N.L. Biometria, genética-bioquímica e eco-fisiologia de pós-larvas e juvenis da lagosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804). Tese de mestrado. Universidad de La Habana, Cuba. 1993.
- Conklin, D.E., D'abramo, L.R., Bordner, C.E. & Baum, N.A. A successful purified diet for the culture of juvenile lobsters: the effect of lecithin. *Aquacult.*, **21**, 243-9.1980.
- Conklin, D.E., Devers, K. & Shleser, R.A. Initial development of artificial diets for the lobster *Homarus americanus*. *Proc. World Maricul. Soc.*, **6**, 237-43. 1975.
- D'abramo, L.R., Baum, N.A., Bordner, C.E. & Conklin, D.E. Carotenoids as a source of pigmentation in juvenile lobsters fed a purified diet. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **40**, 699-704. 1983.
- Dias Iglesia, E.R.; Brito-Perez and Baez-Hidalgo, M.. Cria de postlarvas de langosta *Panulirus argus* en condiciones de laboratorio. Proceedings of International Workshop on Lobster Ecology and Fisheries. *Rev. Invest. Mar.*, **12**, 323. 1991.
- Fielder, D.R. The spiny lobster, *Jasus lalandei* (H. Milne-Edwards), in South Australia. III. Food, Feeding and Locomotor Activity. 1965.
- Figueiredo, M.J. and Thomas, H.J. *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) Leach-a Review. *Oceanogr. Mar. Biol.* **5**, 371-407.
- Forteath, N. **A Handbook on Recirculating Systems for Aquatic Organisms**. Fishing Industry Training Board of Tasmania Inc. In: **Spiny Lobster Management**. Ed. Phillips, B.F.; Cobb, J.S.; Kittaka, Fishing News Books 1994.
- Gallagher, M.L. The nutritional requirements of juvenile lobster (*Homarus americanus*). PhD Thesis, University of California, Davis. 1976.

- Gray, H. *The Western Rock Lobster, Panulirus cygnus*. Book one: A Natural History. p. 78-83. 1992.
- Hepper, B.T. Changes in blood serum protein levels during the molting cycle of the lobster, *Homarus gamarus* (L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **28**, 293-296. 1977.
- IBAMA. Relatório da Reunião do Grupo Permanente de Estudos da Lagosta. 1991.
- IBAMA. Relatório da Reunião do Grupo Permanente de Estudos da Lagosta. 1993.
- Jay, J.M. *Modern food microbiology*. van Nostrand Reinhold Co., New York, N.Y.p.26-28. 1970.
- Kanazawa, A. Nutrition of penaid prawns and shrimps. In *Proc. 1st Intl. Conf. on Culture of Penaid Prawns/Shrimps*. (Ed. by Y. Taki, J.H. Primavera & J.A. Llobrera), SEAFDEC Aquaculture Dept., Philippines, p. 123-130. 1985.
- Kanazawa, A. Microparticulate feeds for penaid larvae. *Advances in Tropical Aquaculture. AQUACOP IFREMER, Actes de Colloque 9, Tahiti*, pp. 395-404. 1989.
- Kanazawa, A. Nutrition and food. In: *Spiny Lobster Management*. Ed. Phillips, B.F.; Cobb, J.S.; Kittaka, Fishing News Books, p. 483-494. 1994.
- Kurata, H. Studies on the age and growth of Crustacea. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.* **24**, 1-115. 1962.
- Lellis, W. and Russel, J.A. Effect of temperature on survival, growth and feed intake of postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Aquacult.*, **90**,1-9. 1990.
- Lellis, W. Spiny lobster, a mariculture candidate for the Caribbean? *World Aquacult.*, **22**(1), 60-63. 1991.
- Lellis, W.A. A standart reference diet for crustacean nutrition research. VI. Response of postlarval stages of the Caribbean king crab *Mithrax spinosissimus* and the spiny lobster *Panulirus argus*. *J. World Aquacult. Soc.*, **23**, 1-7. 1992.
- Lipcius, R.N. and Herrnkind, W.F. Molt cycle alterations in behavior, feeding and diel rhythms of a decapod crustacean, the spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar. Biol.*, **68**, 241-252. 1982.
- Love, R.M. Variability in Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the northeast Atlantic: a review of seasonal and environmental influences on various attributes of the flesh. *J. Fish. Res. Board Can.* **32**: 2333-2342. 1975.
- Love, R.M., M.A. Haq and G.L. Smith. The connective tissues of fish. V. Gaping in cod of different sizes as influenced by a sazonal variation in the ultimate pH. *J. Food Technol.* **7**: 281-290. 1972a.
- Matsuno, T. Xanthophylls as precursors of retinoids. *Pure & Appl. Chem.*, **63**, 81-8. 1991.
- Matsuoka, T; Hasegawa, M.; Tsuchiya, S. and Hashimoto, T. Grow-out test for spiny lobster III. In: *Spiny Lobster Management*. Ed. Phillips, B.F.; Cobb, J.S.; Kittaka, Fishing News Books. p. 483-494. 1994.

- Mauchline, J. The Hiatt growth diagram for Crustacea. *Mar. Biol.* 35, 79-84. 1976.
- Ogawa, M., Kurotzu, T., Ochiai, I. & Kozima, T.T. Mechanism of black discoloration in spiny lobster tails stored in ice. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 49, 1065-75. 1983.
- Ogawa, M., Magalhães-Neto, E.O., Aguiar, Jr., O. & Kozima, T.T. Incidence of melanosis in the integumentary tissue. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50, 471-5. 1984.
- Phillips, B.F. Aquaculture potential for rock lobsters in Australia. *Aust. Fish.*, 44(6), 2-7. 1985.
- Phillips, B.F.; Cobb, J.S.; Kittaka. *Spiny Lobster Management*. Fishing News Books. 550pp. 1994.
- Rahman, K. and Srikrishnadhas, B. The potential for spiny lobster culture in India. *Infofish International*, 1/94, 51-53. 1994.
- Reay, G.A. Factors affecting initial and keeping quality. *Food Invest. Board DSIR. Annu. Rep.* p. 3. 1957.
- Stewart, J.E., Horner, G.W. and arie, B. Effects of temperature, food, and starvation on several physiological parameters of the lobster *Homarus americanus*. *J. Fish. Res. Board Can.* 29, 439-442. 1972.
- Travis, D.F. The molting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille. II. Pré-ecdysial histological and histochemical changes in the hepatopancreas and integumental tissues. *Biol. Bull.* 109, 484-503. 1955.
- Van Olst, J.C., Carlberg, J.M. and Ford, R.F. Effects of substrate type and other factors on growth, survival and cannibalism of juvenile *Homarus americanus* in mass rearing systems. *Proc. Annu. Meet.-World Maric. Soc.* 6, 261-274. 1975.
- Williams, A.B. Lobsters - Identification World Distribution and U.S. Trade. *Mar. Fish. Rev.*, A8:1-36. 1986.