

## SINOPSE DA SITUAÇÃO ATUAL, PERSPECTIVAS E CONDIÇÕES DE CULTIVO PARA LAGOSTAS PALINURIDAE

MARCO ANTONIO IGARASHI<sup>1</sup>

1. PhD em Engenharia de Pesca, professor adjunto 4 do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará e pesquisador do CNPq, E-mail: igarashi@ufc.br, Rua Arariús, 55, Ap. 1.003, Bloco A, Praia de Iracema, CEP 60060 320, Fortaleza, CE

### RESUMO

A lagosta é um produto de exportação de grande importância para o Nordeste brasileiro. Há uma preocupação visível e constante com o decréscimo da produção lagosteira, razão pela qual se propõe o cultivo da lagosta. Não há cultivo comercial de lagostas no Brasil e, no mundo, poucos juvenis de lagostas são cultivados em escala comercial. Desde 1995, os pesquisadores brasileiros têm feito esforços para criar a lagosta *Panulirus argus* e *P. laevicauda*, de pueruli ou juvenis recentes até adulto. Contudo, as investigações envolvem a captura dos exemplares em seu habitat, para o posterior cultivo em confinamento. Existem

possibilidades de o Estado do Ceará cultivar juvenis de *P. argus* e de *P. laevicauda* que são encontrados em profusão, porém mais pesquisas são necessárias antes de se iniciar um projeto em escala comercial. A par disso, estratégias para a criação da lagosta são relatadas detalhadamente neste artigo, objetivando contribuir para o êxito dessa atividade. Além disso, demonstra-se que os juvenis podem ser cultivados sob regime de confinamento, por se adaptarem bem às condições artificiais de alimentação. Dadas tais características, a lagosta é um crustáceo que se apresenta apropriado para o cultivo comercial.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo, lagosta, manejo.

### ABSTRACT

#### REVIEW OF CURRENT SITUATION, PERSPECTIVE AND NEW TECHNOLOGIES FOR GROWOUT OF PALINURID LOBSTERS

Spiny lobster are important product of exportation in Northeastern of Brasil. There is a visible preoccupation about the reported decline in the catch of lobster. One of the solution to this problem is through culture of spiny lobster. There is no commercial juveniles growout in Brazil and the world culture of juvenile spiny lobster is still conducted on only a small commercial scale. Since 1995 Brazilian researchers have made efforts to rear spiny lobster *Panulirus argus* and *P. laevicauda* from the pueruli or early juvenile to the adult stage. The investigations involve capturing pueruli or

juveniles and growing them in confinement. This possibility has been considered in Ceará State's where young *P. argus* and *P. laevicauda* can be find in abundance. More research is needed before commercial-scale culture. Strategy for spiny lobster growout is suggested in detail in this review and it is certainly the topic of the moment. The review showed that the spiny lobster juvenile can be held in communal culture systems, adapt well to the artificial conditions with feeding and growth characteristics that make spiny lobster a suitable crustacean for commercial culture.

KEY-WORDS: Culture, handling, spiny lobster.

## INTRODUÇÃO

As lagostas espinhosas são crustáceos que pertencem à família *Palinuridae*, e ordem *Decapoda*, de alto valor comercial, que vem sofrendo intensa pressão pela frota lagosteira. A família *Palinuridae* conta com 47 espécies (HOLTHUIS, 1991), das quais aproximadamente 33 sustentam a pesca comercial (WILLIAMS, 1988). As lagostas do gênero *Panulirus* são encontradas principalmente em regiões tropicais e subtropicais, e os principais países produtores de lagostas são a Austrália, Nova Zelândia, África do Sul, Cuba, Brasil, México e Estados Unidos. No Brasil, duas espécies desfrutam de grande importância econômica, a saber, a vermelha (*Panulirus argus*) e a cabo-verde (*P. laevicauda*).

Dado o alto consumo e a alta cotação no mercado internacional, a pesca indiscriminada vem ocasionando uma diminuição gradativa nos estoques naturais de lagostas, acarretando a cada ano o agravamento da situação. Tendo em vista a sobrepesca a que esta vem sendo submetida e a pesca predatória incidente sobre exemplares imaturos e fêmeas ovadas, vários cientistas passaram a se preocupar com a preservação desse crustáceo.

Embora o sucesso econômico do cultivo de lagosta ainda precise ser demonstrado no Brasil, o interesse para empreendimentos comerciais permanece alto. Nesse contexto, os esforços para se passar da fase de pesquisa para a comercial devem continuar.

Ainda que, durante muitos anos, as lagostas foram consideradas impróprias para o cultivo, por causa do seu longo e complexo período larval, os pesquisadores continuaram investigando o potencial de várias espécies para a aquicultura, tendo sido gradualmente elucidados detalhes pertinentes ao seu ciclo vital, comportamento, dinâmica populacional, ecologia e fisiologia de várias espécies. O acasalamento e a desova de lagostas têm sido obtidos em cativeiro, embora várias pesquisas realizadas para estabelecer uma metodologia de cultivo de filosomas, investiga-

do também a microflora e a qualidade da água (IGARASHI et al., 1990, 1991; SHIODA et al., 1997, IGARASHI & KITAKA, 2000), tenham demonstrado que a engorda da lagosta necessita de uma tecnologia mais simples (IGARASHI, 1996), quando comparada às técnicas de cultivo de filosomas.

Assim, considerando-se a importância econômica da lagosta para a região nordestina brasileira, o acentuado declínio na captura desse crustáceo e o fato de que são escassas as informações disponíveis sobre o cultivo de lagostas no Brasil, neste artigo apresenta-se uma sinopse com informações acerca da sua produção e especula-se sobre as possíveis adaptações e inovações que podem ser úteis ao desenvolvimento final de unidades comercialmente rentáveis, procurando contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia voltada para esse fim.

## PROGRESSO NA PESQUISA

Os *pueruli* e juvenis recentes de lagostas têm sido encontrados na natureza em quantidades suficientes para o cultivo comercial em Taiwan, Cingapura e Índia, onde um pequeno número de *Panulirus* sp. é cultivado em viveiros e em gaiolas (CHOU & LEE, 1997). Na Nova Zelândia, a espécie *Jasus edwardsii* tem sido produzida em pequena escala experimental, em estruturas em forma de gaiolas (BOOTH, 1992).

No Centro de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Ceará foram desenvolvidas várias pesquisas com engorda de lagostas, demonstrando a viabilidade técnica dessa atividade. A *P. argus* foi cultivada em condições de laboratório, de *puerulus* ao tamanho comercial (13 cm de comprimento de cauda e 365 g de peso total), em aproximadamente dois anos (IGARASHI & KOBAYASHI, 1997) e o juvenil recente de *P. laevicauda* de 1,0 g até o tamanho comercial (11 cm de comprimento de cauda e 253 g de peso total), em aproximadamente 1,5 ano (IGARASHI, 2000).

## PRODUÇÃO

As lagostas espinhosas são capturadas e comercializadas em mais de 90 países e a captura no mundo supera correntemente 77 mil toneladas métricas (t) por ano, com um valor aproximado de US\$ 500 milhões (PHILLIPS & KITTAKA, 2000).

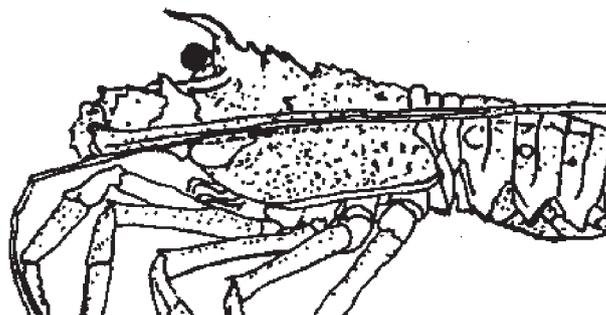
A captura anual de palinurídeo foi, em média, de 74.817 toneladas de 1991 a 1995 (Tabela 1), o que compreende 35,2 % da captura mundial de lagostas (LIPCIUS & EGGLESTON, 2000).

**TABELA 1.** Captura mundial de lagostas (<sup>a</sup> Média de 1991–1995)

Família	Gênero	Captura média <sup>a</sup> (t)	%
Palinuridae	<i>Panulirus</i>	61.414	29,0
	<i>Jasus</i>	9.219	4,3
	<i>Palinurus</i>	4.184	2,0
	Subtotal	74.817	35,3
Nephropidae	<i>Nephrops</i>	60.013	28,3
		1.238	0,6
	Subtotal	61.251	28,9
Homaridae	<i>Homarus</i>	73.452	34,6
Scyllaridae	Vários gêneros	2.770	1,3
	Total	212.290	

Fonte: FAO (1997)

Em âmbito nacional, a região Nordeste é a principal produtora do referido crustáceo, sendo as lagostas do gênero *Panulirus* um importante recurso pesqueiro marinho, apesar da queda de produção no país – de 7,8 mil para 2,8 mil toneladas entre 1991 e 2001 –, tendo alcançando um pico de 10,8 mil toneladas em 1995 (TEIXEIRA, 2002). A exportação de cauda de lagostas representa mais de 90 % do total da produção, e a lagosta tem também entrado no mercado internacional nas formas inteira-cozida e viva. Em relação à exportação brasileira do crustáceo cabe ao estado do Ceará a produção majoritária.



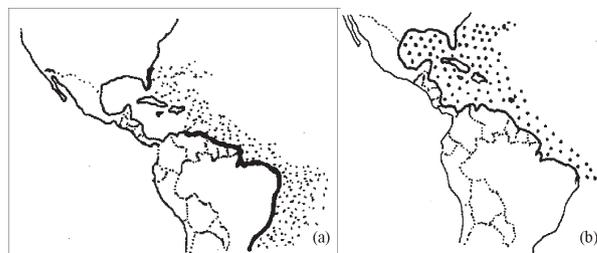
**FIGURA 1.** Lagosta adulta (adaptado de WILLIAMS, 1988).

As lagostas espinhosas (Figura 1) compõem o grupo mais numeroso de todos os crustáceos chamados de “lagosta” no estado do Ceará. Elas são facilmente identificadas, porque não possuem as grandes garras de *Homarus*, mas longas e grossas antenas. Vale anotar que esse nome advém de seus corpos, que são dotados de pequenos espinhos afiados.

## OCORRÊNCIA

No Nordeste brasileiro, ocorrem duas espécies economicamente importantes: a vermelha *P. argus* e a lagosta cabo-verde *P. laevicauda*.

Tem-se o registro da espécie *P. argus* das Bermudas até o Brasil, encontrando-se espécimes da *P. laevicauda* do sul da Flórida até o Brasil (Figura 2). No Nordeste brasileiro, até as ilhas no meio do Atlântico, pode-se encontrar a *P. echinatus* (WILLIAMS, 1988).



**FIGURA 2.** Distribuição da *Panulirus argus* (a) e *Panulirus laevicauda* (b) (adaptado de WILLIAMS, 1988).

As duas espécies da família Palinuridae, *P. argus* e *P. laevicauda*, aparentemente não fazem segregação de habitat, sendo que a lagosta *P. argus* ocorre mais em águas profundas e a *P. laevicauda* nas águas costeiras (MATSUURA, 1987). As espécies *P. argus* e *P. laevicauda* apresentam praticamente os mesmos hábitos de vida. Algumas lagostas espinhosas também vivem em águas frias, correntes geladas que seguem para o Norte, a partir da Antártica, e banham a costa oeste da África do Sul, a Austrália, a Nova Zelândia. Nessas regiões, a lagosta espinhosa encontrada é a *Jasus*.

### REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Como meio de proteção, os adultos podem ser encontrados em conglomerados de algas calcáreas, cascalhos, rochas etc. e, quando atingida a maturação, a reprodução ocorre, na maioria das vezes, para várias espécies, em locais profundos e afastados da costa. As atividades reprodutivas da *P. laevicauda* e *P. argus* podem ter início quando elas atingem um comprimento total acima de 15 ou 16 cm e ocorrer durante todo o ano. Na cópula, o macho deposita o espermatóforo no esterno da fêmea. Os óvulos passam através do par de aberturas, uma na base de cada terceiro par de pereiópodos. A fêmea, com o dácilo do quinto par de patas, raspa a superfície da massa espermatofórica para libertar os espermatozoides (PHILLIPS & KITAKA, 2000). Com a liberação dos óvulos e espermatozoides, ocorre a fecundação. Durante o período de reprodução, as fêmeas maduras de *P. argus*, com aproximadamente 75 mm de comprimento de cefalotórax, podem carregar 300.000 ovos nas cerdas do endopodito do pleópodo. Os ovos são brilhante-alaranjados e têm aproximadamente 1 mm de diâmetro (LEWIS, 1951). Após algumas ou várias semanas de incubação, nascem as larvas, denominadas filosomas, que são, no caso da *P. argus*, de hábitos de vida planctônicas e oceânicas. A fase embrionária dura cerca de duas a quatro semanas e os ovos, inicialmente alaranjados, vão-se tornando de cor castanho-escuro.

A larva ou filosoma, ao libertar-se do ovo, é diminuta (cerca de 2,2 mm) e quase transparente. Durante os primeiros estágios, o filosoma é bastante fototrópico, isto é, atraído pela luz e, embora tenha motilidade (natação), acompanha o deslocamento das correntes marinhas. A larva passa por um grande número de mudas para completar o seu ciclo. Dependendo da espécie, o período larval pode ser de aproximadamente um ano. Baseado em amostragem de plâncton, onze estágios foram descritos para *P. argus* (LEWIS, 1951).

No caso da *P. argus*, ao chegar ao estágio de *puerulus*, verificou-se, em vários estudos (PHILLIPS & KITAKA, 2000), que eles começam a nadar ativamente em direção ao litoral, procurando locais rasos, recifes etc. O estágio de *puerulus* é a fase intermediária entre o filosoma e o juvenil, podendo variar, dependendo da espécie, aproximadamente de duas a quatro semanas. É também chamada de pós-larva.

O *puerulus* nada ativamente para a costa (Figura 3) e prefere assentar em habitats de arquitetura complexa, tal como as algas vermelhas *Laurencia*, no caso da *P. argus* (HERRKIND & BUTLER, 1986). Além disso, os *pueruli* de algumas espécies, por exemplo a *P. argus*, se juntam em grande número em habitats apropriados e podem ser capturados com coletores artificiais, que se assemelham às algas aglomeradas, quando procuram por refúgio.

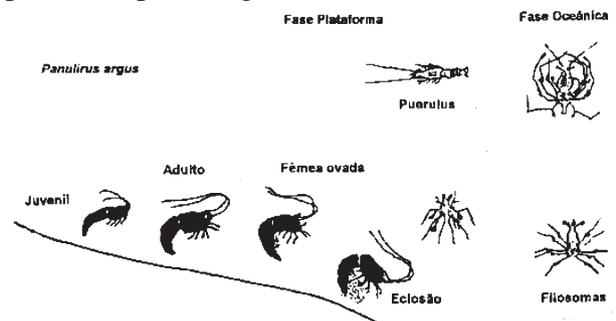


FIGURA 3. Ciclo de vida da lagosta *Panulirus argus* (adaptado de IZQUIERDO et al., s.d.).

O *puerulus* de *P. argus* muda para o primeiro instar bentônico em sete a dez dias no verão (>29 °C), e quatorze a vinte e oito dias, no inverno (< 20 °C; FIELD & BUTLER, 1994). Os *pueruli*

selvagens de *P. argus* capturados parecem não se alimentar. Os juvenis permanecem na costa e após um determinado período migram para locais mais profundos, adquirindo hábitos semelhantes aos dos adultos.

Os juvenis de lagostas podem apresentar até três fases ecologicamente distintas, seguindo o assentamento (LIPCIUS & EGGLESTON, 2000): fase algal, fase pós-algal, subadulto.

De acordo com WAHLE & STENECK (1991), na fase algal a *P. argus* com 5-15 mm de cefalotórax reside solitariamente nos ou sob grandes grupos de intrincados ramos de algas vermelhas, os quais podem fornecer alimento e abrigo aos juvenis dessa fase. Os juvenis maiores, com mais de 10 gramas, foram observados com frequência nas fendas encontradas nas poças formadas na maré baixa. Quando os juvenis atingem um tamanho de cefalotórax de 20 a 45 mm, eles começam a se mover para fora dos grupos de algas para pequenas fendas em escombros de rochas cobertas de algas (ANDREE, 1981).

## NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO

Segundo BRITO & DIAZ (1983), juvenis de *P. argus* (27 a 47 mm de cefalotórax) apresentam preferência por gastrópodos, confirmando observações feitas por PHILLIPS et al. (1980) em lagostas em condições naturais, e, em segundo plano, por equinodermos e vegetais. Os resultados, advindos de experimentos realizados na Índia, utilizando mexilhões, ostras, caranguejos, peixes entre outros animais como alimento, sugerem que as lagostas *P. homarus* e *P. ornatus* podem ser economicamente cultivadas em regiões tropicais (RAHMAN & SRIKRISHNADHAS, 1994).

É possível cultivar lagostas em tanques de fibra, podendo ser utilizados mexilhão, caramujo marinho, crustáceos etc., como alimento.

A *Artemia* sp. adulta viva pode ser um alimento satisfatório para os juvenis recentes de lagostas. Além disso, anfípodos e isópodos foram melhores para os juvenis muito jovens (COTON & NIJEAN, 1987). A dieta pode mudar com a idade (COBB, 1990).

No Japão, as lagostas *P. japonicus* têm sido freqüentemente mantidas em gaiolas e cultivadas de juvenis ao tamanho comercial mediante a utilização de uma dieta à base de peixe fresco e gastrópodos. Porém, a alimentação com peixe, como a cavala e a sardinha, freqüentemente resultou em um reduzido ganho de peso, descoloração e qualidade pobre da carne (KANAZAWA, 1994). As dietas compostas primariamente de peixe ou farinha de peixe resultou em alta freqüência de “síndrome da morte na muda” (CONKLIN et al., 1991).

No estado do Ceará, em experimentos utilizando filé de peixe *Scomberomorus maculatus* como alimento, as lagostas apresentaram baixo desempenho e alta mortalidade, sendo, por isso, desprezado como opção alimentar para juvenis. Além disso, em determinados experimentos, as lagostas juvenis de *P. argus* que foram alimentadas com *S. cavalla* apresentaram um ganho de peso insatisfatório, diminuição da freqüência de muda, descoloração do exoesqueleto e ocorrência de mortalidade no ato da muda, conseqüentemente com baixa taxa de sobrevivência. Segundo IGARASHI (1995), os juvenis de lagostas *P. laevicauda* alimentadas com *Crassostrea* sp. morreram no ato da muda. No entanto, os indivíduos alimentados com o molusco *Tegula* sp. demonstraram que podem desenvolver-se satisfatoriamente, com um ótimo ganho de peso e um maior número de mudas, 100 % de sobrevivência e apresentar uma coloração normal do exoesqueleto, em comparação com a dieta anteriormente citada. Os alimentos naturais marinhos, principalmente os invertebrados vivos, são os mais facilmente consumidos pelas lagostas cultivadas.

Em experimento realizado no estado do Ceará, com cultivo de pós-larva de *P. argus* e *P. laevicauda* até o tamanho comercial, as lagostas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp., moluscos *Tegula* sp. e o crustáceo *Clibanarius* sp., porém demonstraram uma leve preferência alimentar pelo crustáceo *Clibanarius* sp.

No que tange à quantidade de alimento, em virtude da variação sazonal e da disponibilidade de moluscos na natureza, a elaboração de uma ra-

ção artificial será de grande valia para o estabelecimento de um método de cultivo para lagostas em escala comercial. Uma alimentação artificial adequada para lagostas não foi ainda desenvolvida, embora algumas rações para camarões e peixes pareçam ser promissoras (BOOTH & KITAKA, 2000). Contudo, deve ser lembrado que pouco se conhece sobre a nutrição e o requerimento nutricional para formulação de dietas artificiais para as lagostas *P. argus* e *P. laevicauda*.

O cultivo de lagosta com qualquer tipo de alimentação natural durante todo o período de cultivo, provavelmente, não é sustentável e nem lucrativo economicamente, razão por que é necessário realizar mais pesquisas, visando conhecer melhor o comportamento alimentar, o crescimento, os requerimentos nutricionais e a fisiologia digestiva das espécies de lagostas *P. argus* e *P. laevicauda*. É necessário também, para o sucesso de um cultivo comercial, que se formulem rações de baixo custo, que tenham uma boa aceitabilidade pelos animais e principalmente atendam aos requerimentos nutricionais da espécie cultivada.

#### Conversão alimentar

Segundo BOOTH & KITAKA (2000), a taxa diária de alimentação de juvenis médios e maiores está na faixa de 1% a 15 % do peso corpóreo, e a taxa de conversão alimentar obtida para lagostas cultivadas em cativeiro está entre 3,6:1 e 9:1.

Segundo BRITO & DIAZ (1983), a conversão bruta é de 3,97:1 para juvenis de *P. argus* mantidos a 27°C e alimentados com moluscos. Porém CHITTLEBOROUGH (1975) relatou que, quando as lagostas *P. longipes* são mantidas sob condições ambientais controladas de 26°C, cada juvenil com idade superior a dois anos requer uma média de 2,67 g de alimento (músculo de molusco abalone) por dia. De acordo com o mesmo autor, o consumo de 3,57 kg desse alimento poderia resultar em um ganho de peso de um kg de tecidos corporais. A disponibilidade de uma dieta eficiente para o crescimento e comparativamente

barata pode ser definitivamente o fator crítico para o desenvolvimento do cultivo da lagosta.

#### CONDIÇÕES DA ÁGUA DO CULTIVO

Nos experimentos realizados com as lagostas *P. argus* no Brasil, observou-se que elas podem tolerar variações nas condições ambientais por um tempo limitado, mas, quando são submetidas a um prolongamento de condições adversas, verificam-se nitidamente uma diminuição do crescimento e um aumento na mortalidade desse crustáceo.

O crescimento das lagostas é afetado por vários fatores, incluindo as condições ambientais. Nesse contexto, alguns parâmetros de qualidade da água são demonstrados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Condições de cultivo para juvenis de lagostas *Panulirus*

Condições
Temperatura da água: 26°C – 30°C para <i>Panulirus argus</i> e <i>Panulirus laevicauda</i>
Salinidade: 33-36‰
pH: 8,0 – 8,6
Oxigênio dissolvido > 3,5
Densidade de juvenis: 10/m <sup>2</sup>
Alimento: biomassa de <i>Artemia</i> e mexilhões

Para monitorar a qualidade da água de um cultivo devem-se observar a variação dos seus parâmetros durante o dia e controlar a sua troca de acordo com a variação de sua qualidade.

#### Salinidade

Segundo BOOTH & KITAKA (1994), os palinurídeos são principalmente restritos às águas oceânicas e próximas ao oceano. Já os juvenis toleram, pelo menos por vários dias e de acordo com a espécie, reduções graduais na salinidade até 20%, índice que é inferior à salinidade oceânica. Nos experimentos realizados com as lagostas *P.*

*argus* no Brasil, os juvenis de *P. argus* desenvolveram-se satisfatoriamente em salinidades que variaram de 33% a 36%.

### pH

Um dos fatores que afetam as condições fisiológicas dos juvenis pode ser a diferença no pH da água do cultivo. Embora o pH ótimo para juvenis de *P. argus* seja pouco estudado, parece que o pH de águas oceânicas é o apropriado para o cultivo de juvenis. Nos experimentos realizados com as lagostas *P. argus* no Brasil, observou-se a variação de pH 7,80 a 8,29, embora possa sugerir-se pH entre 8 e 8,4.

### Temperatura

As lagostas se adaptam muito bem às condições artificiais e alimentares a que são submetidas. Quando cultivadas em temperaturas elevadas, sua taxa de crescimento pode ser incrementada marcadamente, quando comparada com a de juvenis em condições naturais. Com o aumento da temperatura, o animal aumenta sua atividade e o consumo de alimento. Segundo LELLIS (1990), quando se cultiva a lagosta *P. argus* a uma temperatura constante de 29°C, ela chega a atingir o peso de 454 gramas em apenas dezoito meses de cultivo. BOOTH & KITAKA (2000) informam dados coincidentes, com uma temperatura ótima para o crescimento entre 29°C e 30°C. Adicionalmente, observou-se que, em condições de laboratório, o número de mudas de *P. argus* aumentou no verão, quando a temperatura chegou entre 28°C a 30 °C.

### Oxigênio

Dependendo de alguns fatores ambientais, como baixa quantidade de oxigênio dissolvido, pode-se observar mortalidade de lagostas no processo da muda. De acordo com BOOTH & KITAKA (1994), o consumo de oxigênio e o nível letal de oxigênio dependem do tamanho do corpo, estágio, estado da muda, temperatura e salinidade da água. Segundo os mesmos auto-

res, há menos oxigênio presente na água em alta temperatura e salinidade.

Nos experimentos realizados com as lagostas *P. argus* no Brasil, observou-se que a maioria das lagostas pode viver em locais onde as concentrações de oxigênio na água são baixas, mas, quando são expostas a níveis menores de 3 ppm, pode ocorrer mortalidade, especialmente para lagostas que estão mudando o exoesqueleto.

A alta quantidade de oxigênio é necessária à noite, quando as lagostas estão se alimentando ou se apresentam em processo de ecdise do exoesqueleto. Uma vigorosa aeração e uma entrada e saída contínua de água são necessárias para aumentar a quantidade de oxigênio.

### Mudas

Entre os fatores que determinam a taxa de crescimento em lagosta está a frequência de mudas, sendo que o tamanho do indivíduo aumenta a cada muda. A lagosta é coberta pelo exoesqueleto e para crescer, como todos os crustáceos, de tempos em tempos, desprende o exoesqueleto velho e é revestido com um novo, maior e mais flexível que o precedente. Esse fenômeno é denominado muda ou ecdise. A ecdise pode ocorrer durante o ano todo. Na muda, o exoesqueleto velho se rompe ao longo de linhas bem definidas, e a lagosta se livra do exoesqueleto antigo dorsalmente entre o cefalotórax e o abdome. A formação do novo exoesqueleto inicia-se sob o velho antes da muda, mas só endurece completamente após alguns dias da ecdise. Após se livrar do exoesqueleto velho, a lagosta ingere água, aumentando rapidamente o tamanho antes do endurecimento do novo exoesqueleto.

Segundo GRAY (1992), a lagosta *P. cygnus*, no primeiro ano juvenil, geralmente realiza seis mudas e, no segundo ano, aproximadamente quatro mudas. Entretanto, a lagosta juvenil recente de *P. laevicauda* de um grama até o tamanho comercial mudou quatorze vezes em aproximadamente dezoito meses (IGARASHI, 2000). Já a lagosta *P. argus*, de *puerulus* ao tamanho comercial, mudou

dezoito vezes em 810 dias de cultivo (IGARASHI & KOBAYASHI, 1997), sendo que a frequência de mudas decresceu com a idade. Entretanto, os adultos podem mudar duas vezes em um ano e os animais mais velhos nenhuma vez em um ano (GRAY, 1992).

Portanto, o número de mudas depende principalmente da idade da lagosta, da alimentação (tanto quantitativa quanto qualitativa) e da temperatura da água. De maneira geral, as lagostas jovens e as bem alimentadas apresentam maior número de mudas, e a velocidade do crescimento depende da frequência de mudas.

#### Cultivo a partir de *puerulus*

Enquanto o cultivo comercial das larvas da lagosta espinhosa não é economicamente viável, há um interesse crescente no cultivo de *pueruli* selvagens e juvenis recentes até o tamanho comercial. A captura de *pueruli* ou juvenis recentes para propósitos comerciais é realizada apenas em pequena escala, mas o ideal seria cultivar a lagosta desde a fase de ovo.

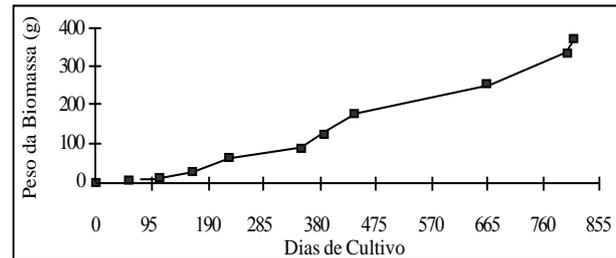
Para realizar o cultivo a partir de *pueruli* ou juvenis, capturados no mar, devem ser observados os seguintes aspectos:

- a) o impacto da captura de *pueruli* sobre a pesca;
- b) a necessidade de formulação de ração econômica;
- c) uma tecnologia eficiente para o cultivo comercial de juvenis de lagostas.

Os *pueruli* de *P. poliphagus* cultivados atingem até 300 gramas em 27 meses, quando alimentados exclusivamente com mexilhão, com um limitado manejo da água de cultivo (RADHAKRISHNAN, 1996). A lagosta australiana *P. cygnus* foi cultivada com sucesso de *puerulus* até o tamanho comercial de 76 mm de comprimento da carapaça e 387g de peso, em apenas trinta meses em temperatura ótima de 25°C (CHITTLEBOROUGH, 1974).

A lagosta *P. argus* foi cultivada pela primeira vez no Brasil por IGARASHI & KOBAYASHI

(1997) e foram necessários aproximadamente dois anos para o *puerulus* atingir o tamanho comercial (13 cm de comprimento de cauda e 365 g de peso total) (Figura 4).



**FIGURA 4.** Variação do peso da lagosta *Panulirus argus* durante seu desenvolvimento desde *puerulus* até atingir o tamanho comercial.

#### CRESCIMENTO DOS JUVENIS

Alguns resultados referentes à engorda de lagostas demonstram que é mais lucrativo capturar um juvenil com um tamanho mais desenvolvido do que engordar desde *puerulus*. No Brasil, entretanto, a captura de lagostas abaixo do tamanho mínimo previsto por lei é proibida.

Várias espécies de lagostas podem ser cultivadas a partir de *puerulus* até o tamanho comercial de 200 g, em dois anos (alguns em menos de um ano), e de 300 g, em menos de três anos (BOOTH & KITAKA, 2000), ao passo que na natureza os crustáceos podem demandar um período de quatro anos para atingir o tamanho comercial.

CHITTLEBOROUGH (1974), em estudos realizados em laboratório com *P. longipes cygnus*, demonstrou que não existem dificuldades para o cultivo em massa de juvenis e, ao serem mantidos em aquários, sob condições ótimas de desenvolvimento, atingiram o tamanho comercial em dois anos. Para o mesmo autor, a manutenção do fotoperíodo e da intensidade luminosa adequada são essenciais para um ótimo crescimento da lagosta. Na penumbra, a lagosta pode ter seu crescimento acelerado.

Estima-se que a espécie *P. argus* leve apenas 56 semanas para se desenvolver de juvenil com

peso inicial de 45g para um peso médio final de 454 gramas, respectivamente (LELLIS, 1990).

Segundo RADHAKRISHNAN (1996), a *P. ornatus* pesando na faixa de 100-150 gramas pode crescer até o tamanho de 500 g em aproximadamente oito a doze meses de cultivo.

Os resultados da Tabela 3, advindos de experimentos realizados na Índia (RAHMAN & SRIKRISHNADHAS, 1994), sugerem que as lagostas *P. homarus* e *P. ornatus* podem ser economicamente cultivadas em regiões tropicais, quando se utilizaram mexilhões, ostras, caranguejos, peixes etc. como alimentos.

**TABELA 3.** Crescimento, freqüência de muda e consumo de alimento pela *Panulirus homarus* cultivada em um tanque de 5 m<sup>2</sup>.

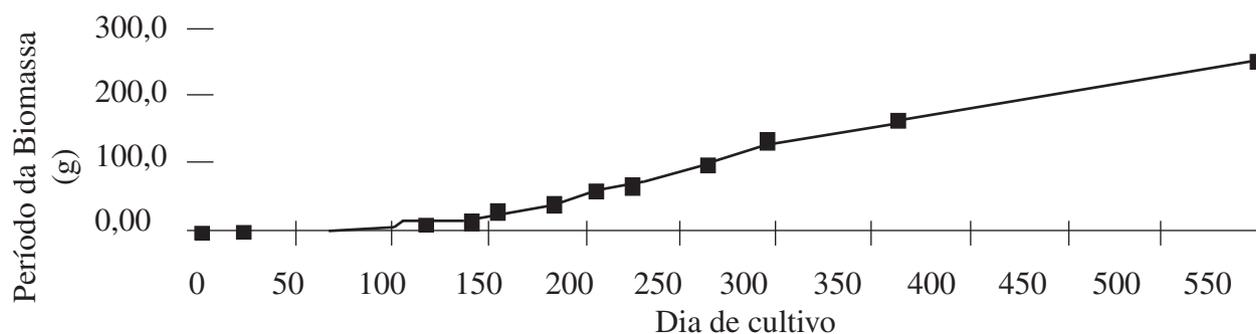
Peso inicial	Período de cultivo (meses)	Peso final médio (g)	Número de mudas	Taxa de consumo de alimento (%)
10-30	8-9	200	12-15	3-5
30-50	7-8	250	5-6	6-7
50-100	5-6	250	3-4	13-15

Fonte: RAHMAN & SRIKRISHNADHAS (1994)

De acordo com IGARASHI (2000), em âmbito estadual, a Universidade Federal do Ceará realizou o primeiro cultivo com sucesso da lagosta espinhosa *P. laevicauda* de juvenil recente ao tamanho comercial no Brasil em aproximadamente um ano e seis meses (Figura 5). A espécie foi mantida em aquário à temperatura aproximada de 27°C e o juvenil foi alimentado com náuplios de *Artemia* sp., gastrópodo e/ou crustáceo.

Com o manejo adequado da água e uma grande variação de alimentos utilizados na engorda de lagostas, a taxa de crescimento de espécies tropicais pode ser melhorada significativamente. Os estudos demonstram que os juvenis têm relativamente uma ampla tolerância ao ambiente.

Com o avanço das pesquisas, existem expectativas de se obter lagostas no tamanho comercial com 1 a 1,5 anos de engorda. Nesse contexto as investigações sugerem que há a possibilidade de se engordar a lagosta em cativeiro (IGARASHI et al., 1999; IGARASHI et al., 2000) e, com a implantação de novas e aperfeiçoadas técnicas (IGARASHI et al., 2002), poder-se-á no futuro melhorar a qualidade de vida das populações litorâneas, vislumbrando-lhes horizontes de trabalho, graças a uma produção de lagostas que atenda às necessidades dos mercados de exportação.



**FIGURA 5.** Variação do peso da lagosta *Panulirus laevicauda* durante seu desenvolvimento desde um grama de peso até atingir o tamanho comercial.

## INSTALAÇÕES E DENSIDADE

O sistema de cultivo e o local de implantação do empreendimento determinarão o sucesso do projeto. O cultivo de lagosta deverá ser implantado em locais onde a flutuação de salinidade e a temperatura da água sejam mínimas.

O cultivo comercial de lagostas espinhosas pode ser realizado em tanques ou em sistemas de gaiolas flutuantes no próprio ambiente natural. No Brasil a engorda de lagostas está sendo realizado em nível experimental em aquários e tanques de fibra de vidro.

A densidade de estocagem dependerá do tamanho das lagostas. A densidade em um berçário para juvenis pode ser de aproximadamente duzentas lagostas por m<sup>2</sup> (LEE & WICKINS, 1992). Para juvenis mais velhos, recomenda-se uma densidade de 35 por m<sup>2</sup>. Phillips relatou que é possível manter aproximadamente 25 kg de lagostas por m<sup>2</sup> (MOE, 1991). KITTAKA (1990) estima uma produção anual de lagosta *P. japonicus* de 6,0 kg por m<sup>2</sup>. Entretanto, a produção anual total final poderia gerar uma produção de 11.4 t/ha (BOOTH & KITTAKA, 2000).

Nesse ponto de vista as informações técnico-científicas são suficientes para iniciar um projeto-piloto de engorda de lagostas, embora o mais importante, atualmente, seja o suprimento suficiente de *puerulus* e juvenis recentes para o cultivo.

## ABLAÇÃO

A ablação do pedúnculo ocular de lagostas juvenis tem sido realizada, para reduzir o intervalo do ciclo de muda e, portanto, aumentar, significativamente, as taxas de crescimento. Cada pedúnculo ocular dos crustáceos decápodes possui um órgão x que secreta o hormônio inibidor da muda e o hormônio inibidor do desenvolvimento da gônada (WATERMAN, 1960). A ablação do pedúnculo ocular suprime o efeito do hormônio inibidor da muda e, com isso, as taxas de crescimento normais podem ser aceleradas de três a sete vezes. Conseqüentemente, pode haver uma

redução dos custos com a mão-de-obra e energia necessárias para o cultivo em escala comercial.

Segundo VIJAYAKUMARAN & RADHAKRISHNAN (1984), cinco a seis meses após a ablação, os juvenis de *P. homarus* chegam a atingir 200 gramas com boa sobrevivência e com mais dois a quatro meses podem duplicar o peso. De acordo com SILAS et al. (1984), em um experimento com quatorze juvenis de *P. homarus* (peso médio 20,4g) em quinze semanas, a média no incremento em peso nas lagostas abladadas foi de 111,6 gramas e o incremento médio nas lagostas não-abladadas foi de 37,5 gramas. As lagostas abladadas mudaram cinco vezes e as não-abladadas três vezes.

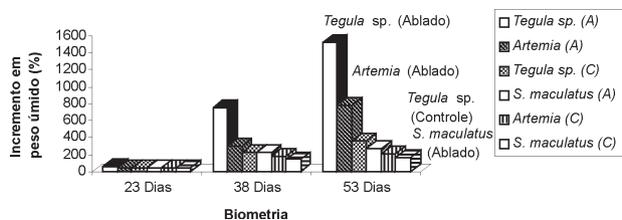
Segundo SILAS et al. (1984), as lagostas *P. ornatus* abladadas com 132 gramas em 33 semanas atingiram 1.613 gramas, enquanto as não-abladadas atingiram 161 g. As lagostas *P. ornatus* abladadas com peso médio de 1.513 g em 21 semanas atingiram 2.725 g. Os juvenis de *P. ornatus* abladados com 100 gramas atingiram, em oito meses, 1.500 gramas com sobrevivência de 70% (RADHAKRISHNAN & VIJAYAKUMARAN, 1992).

RADHAKRISHNAN & VIJAYAKUMARAN (1984) afirmam que em *P. homarus* a ablação do pedúnculo ocular (unilateral e bilateral) não incapacita a lagosta de localizar o alimento, de regenerar membros amputados e induz a hiperfagia, aumentando o consumo de alimento em 50% a 75 %.

No Brasil, têm sido realizados experimentos com a ablação do pedúnculo ocular de lagostas *P. argus*. *P. laevicauda*, foi observado um desenvolvimento maior nas lagostas abladadas (Figura 6). A Figura 6 demonstra um aumento no peso juvenis de *P. argus* abladados unilateral. Nesse experimento, o molusco *Tegula* sp. foi o alimento que promoveu o melhor desenvolvimento dos juvenis, sendo o único tratamento em que não se obtiveram óbitos.

A ablação pode afetar a incorporação de oxigênio durante a muda, perturbar o comportamento alimentar e causar mudanças na coloração externa (QUACKENBUSH & HERRNKIND, 1981; BRITO & DIAZ, 1987a,b).

Em todos os experimentos citados, os indivíduos abladados apresentaram desenvolvimento superior em tamanho e peso.

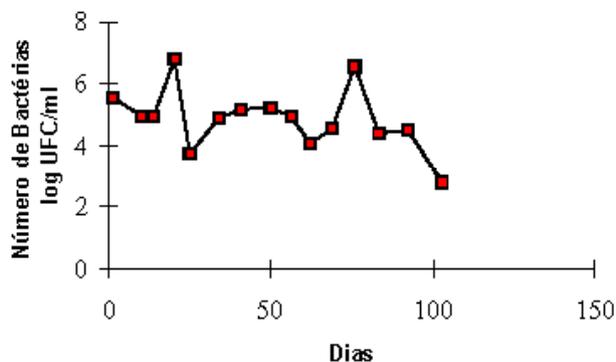


**FIGURA 6.** Incremento médio em peso úmido (%), segundo o tratamento dos juvenis de *Panulirus argus* ablados e controle (não-ablados).

## DOENÇAS E BACTÉRIAS

Bem alimentadas, distribuídas em uma densidade adequada e cultivadas em ambientes com boa qualidade de água, as lagostas dificilmente estarão sujeitas a doenças. Aparentemente as lagostas parecem ser livres de doenças, mas infecções em qualquer estágio de desenvolvimento podem ocorrer (PROVENZANO, 1985), danificando os membros. Além disso podem surgir doenças provocadas por fungos e desenvolvimento de doenças bacterianas no exoesqueleto (BOOTH & KITAKA, 1994). Adicionalmente, em lagostas com pinças, pode ocorrer Gaffkemia, uma infecção bacteriana letal (STEWART, 1980), que pode afetar também as lagostas espinhosas (STEENBERGEN & SCHAPIRO, 1974).

Em análises microbiológicas na água do cultivo de lagostas, o número de bactérias variou de  $10^3$  a  $10^6$  UFC/ml (Figura 7), com predomínio de colônias branco-pálidas. Em variação tal como a citada no número de bactérias, as lagostas podem se desenvolver normalmente.



**FIGURA 7.** Número de bactérias da água do cultivo de lagostas *Panulirus argus*, de puerulus a juvenil.

## CUSTOS

O maior custo no cultivo de lagosta é a alimentação, a qual pode representar cerca de 30% a 71% no custo de produção total, dependendo do tamanho inicial da lagosta estocada e o período de crescimento (RADHAKRISHNAN, 1996). O segundo maior custo é a lagosta. Logo, quanto maior a lagosta, maior seu valor de mercado.

O restante do custo da produção refere-se aos gastos com energia e mão-de-obra. Segundo RADHAKRISHNAN (1996), a rentabilidade é estimada em 66,7%, se o estoque do tamanho inicial for de 350 gramas e a engorda for realizada em um período de até três meses.

Para RADHAKRISHNAN (1995) (Tabela 4), as lagostas com o peso de estocagem inicial de 150 gramas em um período de oito meses de cultivo podem atingir 500 gramas na despesca. Nesse caso, o custo da alimentação e das sementes foi de 71 % e 13 %, respectivamente. De acordo com o mesmo autor, o custo de produção, para uma estocagem inicial com lagostas de 250 gramas, e o custo dos alimentos e das sementes são estimados em 44 % e 24 %, respectivamente. Para lagostas com 350 gramas de peso de estocagem inicial, tais custos são de 31 % e 45 %, respectivamente. O restante foi gasto em energia e mão-de-obra.

**TABELA 4.** Análise do custo de produção de uma hipotética instalação para cultivo de lagostas

Fatores dos custos	Porcentagem total do custo de produção
Sementes	13,0
Alimentação	71,0
Energia	9,0
Mão-de-obra	3,0
Manutenção	3,7

Fonte: RADHAKRISHNAN (1995)

## MERCADO

Há mercado para todas as lagostas capturadas. A duração do suprimento e a competição entre os países têm passado por mudanças, dada a moderna tecnologia em operação. Tais circunstâncias afetam a população de lagostas e, conseqüentemente, o valioso mercado respectivo, de modo que a integração de toda a pesca e o processamento exigem melhorias no setor.

Ultimamente a lagosta tem entrado também no circuito comercial internacional, nas formas inteira-cozida e viva. Este último tipo apresenta a mais alta cotação, para o qual o mercado nipônico pode ofertar US\$ 100,00 por quilograma (PHILLIPS & KITTAKA, 2000).

O valor econômico ou de mercado de cada espécie de lagosta pode apresentar diferenças em função de aspectos culinários, a exemplo de itens sensoriais ou organolépticos que lhe são atribuídos, assim como em conseqüência de seu desempenho bromatológico.

Em geral, a lagosta brasileira capturada, desembarcada na forma de cauda congelada, ou conservada em gelo, apresenta características de frescor aquém do produto similar australiano, procedente de lagostas desembarcadas vivas, o que reflete na melhor cotação dessas últimas.

A lagosta explorada no Brasil pode apresentar ainda o fenômeno da “barriga preta”, ou seja, uma reação enzimática de escurecimento ou melanose, por conta de manuseio indevido. Trata-se de um agravante que compromete a qualidade e o aspecto do produto em maior ou menor grau, o que pode ser solucionado ou contornado mediante a imersão das caudas numa solução de bissulfito de sódio, que uma vez aplicada em concentrações incorretas, ou seja, acima de um determinado limiar e por um tempo prolongado, deixará um residual de substância perniciosa à saúde humana. Por conseguinte, convém orientar corretamente a utilização ou aplicação do referido método de inibição, ou induzir o emprego da eutanásia a bordo, ou seja, imersão das lagostas vivas em água gelada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas demonstram que os juvenis de lagostas apresentam, relativamente, uma ampla tolerância às condições ambientais, podendo assim ser mantidas com êxito em sistemas convencionais de cultivo.

A taxa de crescimento da lagosta pode ser melhorada através da manipulação do ambiente de cultivo e da utilização da ablação do pedúnculo ocular da lagosta.

A prioridade maior nas pesquisas está na produção de *puerulus* mediante a larvicultura em âmbito comercial. Adicionalmente à formulação de uma ração artificial, mais estudos sobre doenças são necessários. Nesse momento, as doenças não são consideradas o maior problema, dado que não há muito indício de doenças em lagostas capturadas na natureza. No entanto, esse panorama pode se modificar quando as lagostas forem cultivadas em cativeiro.

As investigações devem envolver a captura de *pueruli* e/ou juvenis, bem como o seu posterior cultivo sob regime de confinamento. Para isso, há de se considerar os locais onde há a ocorrência de juvenis de *P. argus* e de *P. laevicauda* em profusão.

O método de engorda de lagosta é relativamente simples, quando comparado com o utilizado para a maioria dos crustáceos. O comportamento gregário e não-canibalístico de seus juvenis pode fazê-los apropriados para o cultivo.

Para o desenvolvimento de uma tecnologia de cultivo de lagostas no Brasil é necessário o aprofundamento e/ou a complementação dos estudos até então realizados, tendo em vista que os dados científicos disponíveis são insuficientes para o estabelecimento correto da metodologia de cultivo comercial de lagostas.

Os maiores problemas enfrentados para se levar a bom termo os projetos de cultivo e pesquisa de lagostas, não só no Brasil como no exterior, porém, referem-se ao longo período até que se alcance retorno dos investimentos, além

da lucratividade modesta, decorrentes do dilatado período que a engorda de lagosta exige. Os japoneses parecem ter recebido um bom suporte financeiro, graças ao qual têm feito grandes progressos na maricultura.

#### AGRADECIMENTOS

Ao professor Jiro Kittaka, da Universidade de Ciência de Tokyo, pelas informações fornecidas sobre engorda de lagostas.

#### REFERÊNCIAS

- ANDREE, S. W. **Locomotory activity patterns and food items of benthic post-larval spiny lobster, *Panulirus argus***. Florida. 195 f. 1981. Ms (Thesis) – Florida Sate University, Tallahassee, USA, 1981.
- BOOTH, J. Harvesting juvenile spiny lobster for aquaculture. **The Lobster Newsletter**, Halifax, v. 5, n. 2, p. 4-5, 1992.
- BOOTH, J.; KITAKA, J. Growout of juvenile spiny lobster. In: PHILLIPS, B. F.; COBB, L. S.; KITAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster management**. London: Blackwell Scientific, 1994. p. 424-445.
- BOOTH, J. D.; KITAKA, J. Spiny lobster growthout. In: PHILLIPS, B. F.; KITAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster: fisheries and culture**. London: Fishing News Books, 2000. p. 556-585.
- BRITO, P. R. E.; DIAZ, E. I. Observaciones sobre el consumo de alimento y su efecto sobre el crecimiento en juveniles de langosta *Panulirus argus* en el laboratorio. **Revista de Investigaciones Marinas**, Habana, v. 4, n. 2, p. 75-89, 1983.
- BRITO, P. R. E.; DIAZ, E. I. Efectos de la ablacion del complejo neurosecretor peduncular en juveniles de langosta, *Panulirus argus*. I. Crecimiento. **Revista de Investigaciones Marinas**, Habana, v. 8, n. 2, p. 67-80, 1987a.
- BRITO P. R.; DIAZ IGLESIA, E. Effects of unilateral extirpation of the eyestalks on oxygen consumption in the young lobster *Panulirus argus*. **Revista de Investigaciones Marinas**, Habana, v. 8, n. 3, 71-82, 1987b.
- CHITTLEBOROUGH, R. G. Review of prospects of rearing lobsters. CSIRO. **Division Fisheries Oceanography Report**, Cronulla, n. 812, p. 1-5, 1974.
- CHITTLEBOROUGH, R. G. Environmental factors affecting growth na survival of juvenile western rock lobsters *Panulirus longipes* (Milne-edwards). **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, Melbourne, v. 26, n. 2, p.177-196, 1975.
- CHOU, R.; LEE, H. B. Commercial marine fish farming in Singapore. **Aquaculture Research**, Danvers, v. 28, n.10, p. 767-776, 1997.
- COBB, J. S. Postlarval habitats artificial shelters and stock enhancement. **Lobster Newsletter**, Norfolk, v. 3, n. 2, p. 7-8, 1990.
- CONKLIN, D. E.; BAUN, N.; CASTELL, J. D.; BOSTON, L. D.; HAFANG, L. Nutritionally induced molt death sysndrome in aquatic crustacean: I. Introduction to the problem. **Crustacean Nutrition Newsletter**, Halifax, v. 7, n.1, p. 102-107, 1991.
- COTON, P.; NIJEAN, C. Les post-larves de langoust, *Panulirus argus*. In: WILLIAMS, F. (Ed.). **Proceeding**. Miami, USA: Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 1987. p. 591-599.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Yearbook of Fishery Statistics: Catches and Landings**, FAO, v. 80, n. 199. Fisheries Series n. 48, FAO Statistics Series, v. 134, 1997.
- FIELD, J. M.; BUTLER, M. J. IV. The influence of temperature, salinity, and larval transport on the

distribution of juvenile spiny lobster, *Panulirus argus*, in Florida Bay. **Crustaceana**, Leiden, Holanda, v. 67, n. 3, p. 26-45, 1994.

GRAY, H. **The western rock lobster, *Panulirus cygnus*: a natural history**. Perth: Westralian Books, 1992. 112 p.

HERNKIND, W. F.; BUTLER, M. J. IV. Factors regulating postlarval settlement and juvenile microhabitat use by spiny lobsters *Panulirus argus*. **Marine Ecology Progress Series**, Richmond, v. 34, n. 1, p. 23-30, 1986.

HOLTHUIS, L. B. FAO species catalogue. **Marine lobsters of the world FAO Fisheries Synopsis**, Rome, v. 13, n. 125, 1991 . 292 p.

IGARASHI, M. A.; KITAKA, J.; KAWAHARA, E. Phyllosoma culture with inoculation of marine bacteria. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Kanda Jinbo-cho, v. 56, n. 11, p. 1781-1786, 1990.

IGARASHI, M. A.; ROMERO, S. F.; KITAKA, J. Bacteriological character in the culture water of penaeid, homarid & palinurid larvae. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Kanda Jinbo-cho, v. 57, n. 12, p. 2.255-2.260, 1991.

IGARASHI, M. A. **Aspectos biológicos e engorda de lagostas**. Fortaleza: Gráfica Batista, 1995. 16 p.

IGARASHI, M. A. **Engorda de lagosta**. Fortaleza: Edição Sebrae, 1996. 40 p.

IGARASHI, M. A.; KOBAYASHI, R. K. Desenvolvimento de lagostas *Panulirus argus* de puerulus ao tamanho comercial. **Boletim Técnico do Cepene**, Tamandaré, v. 5, n. 1, p. 147-151, 1997.

IGARASHI, M. A.; MAGALHÃES NETO, E. O. O ciclo de desenvolvimento e a situação atual do

cultivo de lagostas no Brasil e no mundo. Fortaleza. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, n. 1, p. 94-99, 1999.

IGARASHI, M. A. Nota técnica sobre o desenvolvimento de juvenil recente de lagosta *Panulirus laeviscauda* até o tamanho comercial. **Boletim Técnico do Cepene**, Tamandaré, v. 8, n. 1, p. 297-301, 2000.

IGARASHI, M. A.; KITAKA, J. Water quality and microflora in the culture water of phyllosomas. In: PHILLIPS, B. F., J.; KITAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster: fisheries and Culture**. London: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 2000. p. 533-555.

IGARASHI, M. A.; SILVA, J. W. B.; VIANA, M. S. R. Cycle of development and prospects for the culture of the lobster, *Panulirus* sp. **Revista Científica de Produção Animal**, Fortaleza, v. 2, n.1, p. 107-118, 2000.

IGARASHI, M. A.; CANDIDO, A. S.; JÚNIOR, A. P. M.; OLIVEIRA, M. A.; ARAGÃO, L. P.; SOUZA, R. A. L. Farming spiny lobsters in the next century: opportunities for growth challenges of sustainability. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE SOCIOLOGÍA RURAL (ALASRU), 6., Porto Alegre, 2002. **Anais...** Porto Alegre, 2002. p. 1696-1704.

IZQUIERDO, R. G.; ALVAREZ, J. A. B.; IGLESIAS, E. D.; PEREZ, R. B.; DIAZ, C. G.; AVILES, W. B.; RODRIGUES, C. C. **Atlas biológico: pesquero de la langosta em el archipelago cubano**, 125, local [s.d].

KANAZAWA, A. Nutrition and food. In: PHILLIPS, B. F.; COBB, J. S.; KITAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster management**. London: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications. Oxford, UK, 1994. p. 483-494.

KITAKA, J. Present and future of shrimp and lobster culture. In: HOSHI, M.; YAMASHITA, O.

- (Eds.). **Advances in invertebrate reproduction**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990. p. 11-21.
- LELLIS, W. Early studies on spiny lobster mariculture. **The Crustacean Nutrition Newsletter**, USA, v. 6, n.1, p.70, 1990.
- LIPCIUS, R. N.; EGGLESTON, D. B. Ecology and fishery biology of spiny lobsters. In: PHILLIPS, B. F.; KITTAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster: fisheries and culture**. London: Blackwell Scientific Publications Fishing News Books, 2000. p. 1-41.
- LEE, D. O. C.; WICKINS, J. F. **Crustacean farming**. London: Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1992, 392 p.
- LEWIS, J. B. The phyllosoma larvae of the spiny lobster *Panulirus argus*. **Bulletin of Marine Science Gulf Caribbean**, Miami, v.1, n.2, p. 89-103, 1951.
- MATSUURA, Y. Recursos pesqueiros: avaliação de recursos no Brasil. In: OGAWA M.; KOIKE, J. (Eds.). **Manual de pesca**. Fortaleza: Gráfica Batista, 1987. p. 67-112.
- MOE, M. A. **Lobsters**. Green Turtle Publications, Portland, 1991. 510 p.
- PHILLIPS, B. F.; COBB, J. S.; GEORGE, R. W. General biology. In: COBB, J. S.; PHILLIPS, B. F. (Eds.). **The biology and management of lobster**. New York: Academic Press, 1980. v. 1, 82 p.
- PHILLIPS, B. F.; KITTAKA, J. **Spiny lobster: fisheries and culture**. London: Blackwell Scientific publications Fishing News Books, 2000. 679 p.
- PROVENZANO, A. J. Commercial culture of decapod crustaceans. In: PROVENZANO, A. J. (Ed.). **The biology of crustacea, economic aspects: fisheries and culture**. v. 10. New York: Academic Press, 1985. p. 269-314.
- QUACKENBUSH, L. S.; HERRNKIND, W. F. Regulation of molt and gonadal development in the spiny lobster, *Panulirus argus* (Crustacea: Palinuridae): effect of eyestalk ablation. **Comparative Biochemistry Physiology**, New York, v. 69 (A), p. 523-537, 1981.
- RADHAKRISHNAN, E. V.; VIJAYAKUMARAN, M. Effect of eyestalk ablation in spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus): 1. On molting and growth. **Indian Journal Fisheries**, Ernaculam, v. 31, n. 2, 130-147, 1984.
- RADHAKRISHNAN, E. V.; VIJAYAKUMARAN, M. Eyestalk ablation and growth, molting and gonadal development in spiny lobsters. **The Lobster Newsletter**, Norfolk. v. 5, n. 2, p. 6-7, 1992.
- RADHAKRISHNAN, E. V. Lobster fisheries in India. **The Lobster Newsletter**, Maine, v. 8(a), n. 1, 1995. p. 1.
- RAHMAN, M. K.; SRIKRISHNADHAS, B. The potencial for spiny lobster culture in India. **INFO-FISH International**, v. 94, p. 51-53, 1994.
- RADHAKRISHNAN, E. V. Lobster farming in India. **Bulletin Center Marine Fisheries Research Institute**, Cochin, v. 48(a), p. 96-98, 1996.
- RADHAKRISHNAN, E. V. Lobster fisheries in India. **The Lobster Newsletter**, Maine, v. 8(a), n. 1995.
- SHIODA, K.; IGARASHI, M. A.; KITTAKA, J. Control of water quality in the culture of early - stage phyllosomas of *Panulirus japonicus*. **Bulletin of Marine Science**, USA, v. 61, n.1, p.177-189, 1997.
- SILAS, E. G.; RADHAKRISHNAN, E. V.; VIJAYAKUMARAN, M. Eyestalk ablation. **Fish Farming International**, London, v. 2, n. 7, p. 10-11, 1984.

STEWART, J. E. Diseases. In: COBB, J. C.; PHILLIPS, B. F. (Eds.). **The biology and management of lobsters**. v. 1. New York: Academic Press, 1980. p. 301-342.

STEENBERGEN, J. F.; SCHAPIRO, H. C. Gafkemia in California spiny lobster. In: ANNUAL WORKSHOP WORLD MARICULTURE SOCIETY, 5., 1974, Baton Rouge, USA. **Proceeding...** Baton Rouge, 1974. p. 139.

TEIXEIRA, B. **Pouca lagosta para muita demanda**. Disponível em: <<http://www.noolhar.com/opovo/economia/212301.html>> 2002, Fortaleza. Acesso em: 21 nov. 2003.

VIJAYAKUMARAN, M.; RADHAKRISHNAN, E. V. Effect of eyestalk ablation in the spiny lo-

bster *Panulirus homarus* (Linnaeus): 2. On food intake and conversion. **Indian Journal Fisheries, Ernakulam**, v. 31, n.1, p. 148-155, 1984.

WAHLE, R.A ; STENECK, R. S. Recruitment habitats and nursery grounds of the American lobster: a demographic bottleneck? **Marine Ecology Progress Series**, v. 69, n. 1-2, p. 231-243, 1991.

WATERMAN, T. H. **The physiology of crustacea**. New York: Academic Press, 1960. 437 p.

WILLIAMS, A . B. **Lobster of the world: an illustrated guide**. New York: Osprey Books Huntington, 1988. 186 p.

---

Protocolado em: 28 abr. 2004. Aceito em: 3 dez. 2004.