PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Disponível em: <<https://doi.org/10.31533/pubvet.v02n12a473.1-21>>.

Prospectos para o cultivo de larva de lagosta

Marco Antonio Igarashi

Professor do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC a disposição da SEAP/PR

Resumo

A proposta desta revisão é resumir as informações sobre os estudos do cultivo de larvas filosomas. O desenvolvimento larval completo foi realizado no Japão para as lagostas espinhosas, *Jasus lalandii*, *J. edwardsii*, *J. verreauxi* e *Palinurus elephas* espécies de água temperada e *Panulirus japonicus*, espécie de água morna do Japão. Machos e fêmeas de lagostas espinhosas foram capturados na natureza e transportados para Sanriku, Japão. Estas lagostas espinhosas foram utilizadas para reprodução por vários e sucessivos anos de pesquisa em laboratório. A eclosão das larvas ocorreu anualmente na primavera e verão. As larvas recém eclodidas foram cultivadas em contêineres de 15, 30 e 100 l. O contêiner de cultivo foi conectado a um tanque de cultivo com microalga *Nannochloropsis* de 200 - 500 l. A água do cultivo recirculou entre ambos os tanques de cultivo. Os náuplios de *Artemia* foram utilizados como alimento durante o período inicial em combinação com pequenos pedaços de mexilhão *M. edulis*. O sucesso no desenvolvimento completo de

várias espécies de larvas de lagostas espinhosas é provavelmente relacionado a microalgas *Nannochloropsis* e a alimentação com mexilhão *M. edulis*. O *M. edulis* foi nutricionalmente satisfatório para larvas de lagostas espinhosas. Pequenos pedaços de *M. edulis* foram pegas pelas larvas de lagostas com seus alongados pereiópodos. No caso da propagação de microalgas *Nannochloropsis*, a concentração de amônia foi mantida em uma quantidade negligível na água do cultivo. Sem a introdução de microalgas *Nannochloropsis* sp., o cultivo de larvas de lagosta espinhosa foi difícil por causa da ocasional ocorrência de fungo *Saprolegnia* sp., protozoa *Vorticella* sp. etc. Uma alta taxa de sobrevivência de lagosta espinhosa *J. verreauxi* de aproximadamente 10 % foi obtido de ovo a puerulus enquanto que houve alta mortalidade no 1º instar para *P. elephas*. Porém, o *P. elephas* pode ser considerado uma das mais promissoras espécies na aquicultura por causa do seu ciclo larval curto de 65 dias enquanto que para outras espécies leva 200 - 300 dias. A condição de requerimentos ambientais e nutricionais para *P. elephas* pode ser diferente comparado com a *Jasus* e *Panulirus*.

Prospects for culture of spiny lobster larvae

Abstract

The purpose of this review is to summarize the studies on phyllosoma culture. Complete development of larvae was achieved in Japan for the palinurid spiny lobster: *Jasus lalandii*, *J. edwardsii* and *J. verreauxi*, temperate-water species of the southern hemisphere, *Palinurus elephas*, temperate-water species of Europe and *Panulirus japonicus*, a warm water species of Japan. Spiny lobster males and females were captured from the wild and transported to Sanriku, Japan. These spiny lobsters were bred for several successive years of research in laboratory. Hatching of larvae occurred annually on spring and summer. Newly-hatched larvae were reared in 15, 30 and 100 l containers with an upwelling system. The rearing container was connected to a 200-500l

microalgae *Nannochloropsis* sp. culture tank. The rearing water was recirculated between both culture tanks. Nauplii of brine shrimp *Artemia* were used as food during the initial period in combination with small piece of mussels *Mytilus edulis*. Success of complete development of several species of spiny lobster larvae is probably related to culturing microalgae generally *Nannochloropsis* and feeding mussels *M. edulis* in the culture system equipped with upwelling flow. *M. edulis* were found attractive and nutritionally satisfactory for spiny lobster larvae. *M. edulis* were caught by spiny lobster larvae with their elongated pereopods. In the case of microalgae *Nannochloropsis* sp. propagation, the ammonia-N concentration was maintained at a negligible quantity in the rearing water. Without introduction of microalgae *Nannochloropsis* sp., rearing of spiny lobster larvae was difficult because to occasional attachment of fungi *Saprolegnia* sp., protozoa *Vorticella* sp. etc. A high *J. verreauxy* spiny lobster survival rate of about 10 % was obtained from egg to puerulus while it was the lowest for *P. elephas* with heavy mortality at the first instar. However, the *P. elephas* is considered to be the one of the most promising aquaculture species because its phyllosoma life is very short (65 days) while 200-300 days for other species. The condition of environment and nutritional requirements for *P. elephas* may be different from those of *Jasus* and *Panulirus*.

INTRODUÇÃO

As lagostas são recursos marinhos de grande importância em muitos países, porém mais pesquisa é necessária antes do cultivo em escala comercial. Empresários e cientistas estão preocupados com os relatos declínios na captura de lagostas. Uma solução para este problema seria o cultivo de lagostas.

As fêmeas ovígeras carregam ovos que eclodem as pequenas larvas denominadas de filosomas. Devido à falta de informação sobre o seu ciclo de vida, as larvas filosomas têm sido de intenso interesse biológico e

oceanográfico durante várias décadas. Há um grande interesse no cultivo de lagostas no Japão devido à espécie *Panulirus japonicus* ser considerada um prato indispensável nas celebrações, eventos e ocasiões especiais (KITAKA, 1997a). Os primeiros experimentos de eclosão das larvas desta espécie foram realizados no final do século 19 (HATTORI & OISHI, 1899). Porém as dificuldades com o cultivo logo se tornaram evidentes (OSHIMA, 1936; VON BONDE, 1936).

O desenvolvimento dos estágios foi identificado através do estudo de filosomas coletados da natureza para a lagosta do Caribe *P. argus* (LEWIS, 1951), a lagosta da Califórnia *P. interruptus* (JOHNSON, 1956), a lagosta "red rock lobster" *Jasus edwardsii* (LESSER, 1978), e a lagosta da Austrália ocidental *P. cygnus* (BRAINE et al., 1979). Estes trabalhos simularam os estudos do cultivo de larvas de lagostas principalmente para esclarecer os requerimentos nutricionais e ambientais das larvas filosomas (KITAKA, 1997a).

As pesquisas também têm sido conduzidas sobre o cultivo de filosomas de várias espécies incluindo *P. argus* na Flórida (VAN OLSL et. al, 1980), *J. lalandii* na África do Sul (SILBERBAUER, 1971), *P. interruptus* na Califórnia (DEXTER, 1972) e *Palinurus elephas* na Europa (BARDACH et al., 1972).

Tentativas de cultivo de filosoma têm ocorrido por vários anos (HATTORI & OISHI, 1899). O primeiro relato publicado foi sobre o cultivo de filosomas de *P. japonicus*, a qual mudou para o estágio II quando alimentado com náuplios de *Artemia* (NONAKA et al., 1958). Vários outros pesquisadores também obtiveram sucessos parciais devido ao uso de náuplios de *Artemia* sp. como alimento para os estágios iniciais de desenvolvimento (SAISHO, 1966 a,b), e INOUE (1978) cultivou filosomas de *P. japonicus*, com um indivíduo chegando ao estágio final.

Os métodos de cultivo de filosomas não eram seguros até o desenvolvimento completo de filosomas que ocorreu para *J. lalandii* (KITAKA, 1988), *J. edwardsii* (KITAKA et al., 1988; TONG não publicado), *J. verreauxi*

(KITAKA et al., 1977), lagostas européias *P. elephas* (Kittaka & Ikegami, 1988), e *P. japonicus* (KITAKA & KIMURA, 1989; YAMAKAWA et al., 1989).

Os estágios mais avançados de filosoma preferem alimentos maiores tais como peixe e marisco picados ou pequenos organismos marinhos vivos tipo vermes em forma de flecha e larvas de peixes no caso de *P. japonicus* (INOUE, 1978) e *P. interruptus* (MITCHELL, 1971). O enriquecimento nutricional também tem sido testado para melhorar a taxa de sobrevivência larval (NISHIMURA, 1983).

A chave para o sucesso do cultivo de filosomas tem sido o alimento à base de gônadas do mexilhão *M. edulis* (KITAKA, 1997a). Embora, geralmente, tenha-se utilizado náuplios de *Artemia* nos estágios iniciais.

Continuando suas pesquisas (KITAKA et al., 1989, 1990, a,b; 1991, a,b,c; 1992) Jiro Kittaka e equipe demonstraram pela primeira vez, sobrevivência de aproximadamente 10% no cultivo do ovo a puerulus da espécie *J. verreauxi*.

O sucesso no cultivo completo de filosomas tem sido demonstrado somente em pequena escala. Conservar as larvas de lagosta viva no laboratório é sobremodo difícil, dada a sensibilidade destes indivíduos. Muitos problemas biológicos e técnicos necessitam serem resolvidos de modo que a produção em escala comercial seja concretizada. Nesta revisão, serão relatadas as etapas principais do trabalho realizado no cultivo de filosomas. Jiro Kittaka escolheu principalmente as espécies de água fria da Nova Zelândia, África do Sul e Irlanda. Os métodos de cultivo obtidos para estas espécies também foram aplicados para a espécie de água morna *P. japonicus* (KITAKA, 1997a). Hoje, Jiro Kittaka é a maior autoridade em cultivo de lagostas no mundo.

SELEÇÃO DAS ESPÉCIES PARA CULTIVO

As lagostas utilizadas em experimentos de cultivo normalmente limitam-se às espécies locais (KITAKA, 1994a). No Japão enormes esforços foram

concentrados no *P. japonicus*, mas poucos avanços foram conseguidos. Como a temperatura natural da água em Sanriku-Japão varia entre 6 e 20° C, as espécies de temperatura fria do gênero *Jasus* e *Palinurus* foram selecionados (KITAKA, 1981, 1984, 1987). Espera-se que o cultivo destas espécies exóticas seja mais fácil do que a subtropical *P. japonicus* (KITAKA, 1997). Recentes progressos nos métodos de transporte têm viabilizado a transferência de espécimes para localidades distantes daquelas de suas origens (KITAKA, 1994a).

Experimentos com populações e habitats de *P. elephas* na França e Irlanda em 1979 (KITAKA, 1981), *J. lalandii* na África do Sul em 1982 (KITAKA, 1984), *J. edwardsii* e *J. verreauxi* na Nova Zelândia, Tasmânia e Austrália em 1985 (KITAKA, 1987) ajudaram a elucidar quais são as ótimas condições ambientais para estas espécies. Aproximadamente 10 fêmeas maduras e 3 machos de cada espécie foram transportados por via aérea destes países para Sanriku, Japão visando experimentos sobre alimentação (KITAKA & MAC DIARMID, 1994). Após esta remessa, transportes similares foram organizados com *P. cygnus* do oeste australiano, e *P. interruptus* da Califórnia, *P. laevicauda* do Brasil e *P. argus* da Flórida.

REPRODUÇÃO

A reprodução de lagostas pode ser otimizada para todas as espécies, com o monitoramento das condições de laboratório (KITAKA & MAC DIARMID, 1994). Segundo os mesmos autores, com o controle da temperatura e uma dieta com mexilhões, juvenis chegam à maturidade em 2 a 3 anos. CHITTLEBOROUGH (1976) confirmou em suas pesquisas com espécies australianas que alimentando abundantemente as fêmeas em aquário à temperatura constante de 25°C, estas desovam, em média, seis vezes por ano, apresentando 3 mudas neste período. Já para espécies de climas temperados, a reprodução pode ocorrer uma única vez por ano, em estação bem definida.

AIKEN & WADDY (1980) relataram em sua revisão que os machos de *Panulirus*, *Palinurus* e *Jasus* (KITAKA, 1987) depositam o espermatóforo no esterno das fêmeas durante a cópula. O intervalo entre a cópula e a extrusão dos óvulos pode levar 10 minutos em *P. japonicus* (DEGUCHI et al., 1991) ou até 69 dias mais tarde em *P. cygnus* (CHITTLEBOROUGH, 1976). Os ovos são movimentados posteriormente e são retidos nas alongadas cerdas no endopodito dos pleópodos (KITAKA & MACDIARMID, 1994). A extrusão dos óvulos e aderência normalmente leva de 16 a 50 minutos (DEGUCHI, 1988; DEGUCHI et al., 1991). O período de incubação pode variar com a temperatura e conforme a espécie. Segundo LELLIS (1991), os ovos de *P. argus* podem ser incubados por 3 a 5 semanas, dependendo da temperatura da água. Assim, podemos concluir que o efeito de diferentes temperaturas pode induzir novamente as fêmeas à desova em uma estação do ano (IGARASHI, 1996). Para fêmeas de *P. japonicus* o período de incubação varia de 32 a 50 dias, sob temperaturas entre 25 e 21°C, respectivamente (INO, 1950 ; DEGUCHI et al, 1991). No caso de *Jasus*, (*J. edwardsii* da Nova Zelandia e Australia, e *J. lalandii*) o período de incubação variou de 50 a 80 dias no verão e 120 a 180 dias no inverno (KITAKA & MAC DIARMID, 1994).

As larvas filosomas recém-eclodidas podem ser obtidas de fêmeas ovadas capturadas na natureza ou de fêmeas que se tornam ovadas em cativeiro. De acordo com KITAKA (1997), a importação de fêmeas de lagosta japonesa capturadas ovadas normalmente leva 1 ou 2 dias, e para espécies do exterior, este período pode chegar a 3 dias. Ocorre que, normalmente nesses casos, as taxa de eclosão e sobrevivência são bastante reduzidas. Em contraste, as lagostas ovadas criadas em cativeiro, geralmente apresentam boas taxas de eclosão e sobrevivência (KITAKA & MACDIARMID, 1994).

A lagosta *P. interruptus* pode carregar de 5.000 a 500.000 ovos (ALLEN, 1916). LINDBERG (1955) encontrou em fêmeas de grande porte da espécie *P. interruptus* um número máximo de 800.000 ovos, número pouco expressivo se comparado aos mais de 2 milhões de ovos carregados por *J. verreauxi* (KENSLE, 1967).

Segundo KITTAKA & MACDIARMID (1994), já foi observada a hibridação entre espécies do gênero *Jasus*. Isto sugere que a hibridização e a seleção genética podem ser alternativas para obtenção de larvas e juvenis com maiores taxas de crescimento e mais resistência a doenças.

TRABALHOS PRÉVIOS

O alimento é um dos fatores considerados mais importantes no cultivo de filosoma. Ampla variedade de alimentos tem sido testada para diferentes instares de larvas de lagostas. Porém três tipos de alimentos têm sido promissores (KITTAKA, 1997a):

Larva de Peixe

Uma variedade de larvas de peixes tem sido utilizada nas pesquisas para o cultivo de filosomas. SAISHO (1966) utilizou as espécies *Oryzias latipes* e *Lebistes reticulatus*. INOUE (1978) utilizou *Lateolabrax japonicus* com o comprimento de 4,5 – 7,5 mm e *Limanda yokohamae* de 4,5 – 9,5 mm. DOUTSU et al.(1966) e MOE (1991) foram capazes de cultivar a larva filosoma por um período curto alimentando-as com larvas de peixe. As larvas de peixe foram capturadas pelo terceiro pereiópodo e então transferidas para partes da boca. A presa foi consumida pela cauda pela manutenção desta com o segundo e terceiro maxilípedes (KITTAKA, 1997a).

Artemia salina

A *Artemia* é conhecida como importante dieta para larvas e juvenis de peixes marinhos e crustáceos. As Artemias nutricionalmente enriquecidas com microalgas ou fermento enriquecido com ácidos graxos altamente insaturados apresentaram alto valor alimentar para filosomas (NISHIMURA, 1983; NISHIMURA & KAWAI, 1984). Náuplios de *Artemia* têm sido o mais comum

alimento fornecido as larvas filosomas, particularmente para os recentes instares (NONAKA et al., 1958; SAISHO, 1962; 1966a, 1966b; INOUE & NONAKA, 1963; INOUE, 1978, 1981). Em contraste, a não alimentação com náuplios de *Artemia* foi relatada para *Jasus edwardsii* (BATHAM, 1967) e *P. argus* (MOE, 1991). A disponibilidade de náuplios de *Artemia* como uma fonte de alimento depende de sua concentração na água do cultivo (KITAKA, 1997a).

A densidade ótima de náuplios de *Artemia* para o primeiro e terceiro instar de filosoma de *P. japonicus* foi testado por Inoue (1978, 1981). Inoue relata que nestes testes o tamanho da *Artemia* utilizado foi de 0,47 e 1,12 mm para o primeiro e terceiro instares de filosoma respectivamente. De acordo com o mesmo autor o número de náuplios de *Artemia* consumido foi de aproximadamente 0,4 e 0,3 indivíduos por hora a uma densidade de 1 por ml para o primeiro e terceiro instar de filosomas, respectivamente. No entanto, o número consumido aumentou de 1 e 0,8 indivíduos por hora com um aumento na densidade de *Artemia* ate 4 por ml. Kittaka completou o ciclo larval de lagostas alimentando os filosomas dos estágios iniciais com náuplios de *Artemia*. Nos experimentos de cultivo realizados por Kittaka, a densidade inicial de *Artemia* foi de 1 a 3 por ml (KITAKA, 1988; KITAKA et al., 1988; KITAKA & KIMURA, 1989).

O experimento realizado por INOUE (1978) sugeriu que a melhor seqüência de alimentos é a de náuplios e jovens de *Artemia* sp. do 1º ao 5º estágio, *Sagitta* e larvas de peixes (artificialmente cultivadas) até 137 dias de idade, e posteriormente filhotes de peixes da espécie *Lateolabrax japonicus* com o comprimento do corpo de 4,5 a 7,5mm e *Limanda yokohamae* de 4,5 a 9,5mm.

Mytilus edulis

Durante as pesquisas com larvas de lagostas, observou-se que a gônada de *Mytilus edulis* é um dos mais eficientes alimentos para filosomas

(KITAKA, 1997a). OSHIMA (1936) observou uma larva filosoma que ingeriu carne de mexilhão. Porém, os resultados de determinados estudos foram pessimistas porque a carne de mexilhão emaranhou-se nos pereiópodos e a qualidade da água subsequentemente se deteriorou (OSHIMA 1936; DEXTER, 1972). Até recentemente, em alguns laboratórios, as larvas filosomas foram cultivadas em recipientes denominados de "finger bowls", nos quais se introduzia alimento na boca e se trocava a água freqüentemente (KITAKA, 1997a).

A deterioração na qualidade da água, no entanto, foi um problema que acompanhou a alimentação com mexilhão. Porém, devido às dificuldades em prover um alimento com tamanho apropriado utilizando o ovário de mexilhão, os náuplios de *Artemia* têm sido fornecidos como alimento principal para o primeiro instar de filosoma (KITAKA, 1997a).

CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DO CULTIVO

A troca de náuplios de *Artemia* para o ovário de mexilhão como alimento aparentemente aumentou o risco de contaminação da água do cultivo (KITAKA, 1997a). Organismos como: *Vorticella*, *Saprolegnia*, *Navicula* spp., *Leucothrix* sp., etc. aderiram as larvas filosomas de estágios recentes. As larvas filosomas atacadas por estes organismos eventualmente morrem sem mudar (KITAKA, 1997a). O tratamento com $1 \times 10^{-5}\%$ de formaldeído e sulfato de estreptomicina (10 ml/l) foi efetivo no controle da *Vorticella* (MATSUDA et al., 1987) e *Leucothrix* sp. (NISHIMURA & KAMIYA, 1985), respectivamente.

Doenças bacterianas nas glândulas do intestino médio causadas pelo *Vibrio* spp. têm sido relatadas para o camarão marinho de cultivo *Penaeus japonicus* (SHIGUENO, 1975). Bactérias patogênicas são consideradas como estando presentes na água do cultivo do tanque de eclosão, pois as larvas filosomas recém eclodidas sofreram doenças, tendo sintomas similares aos dos camarões e resultando em severa mortalidade (KITAKA, 1997a). O tratamento com sulfato de estreptomicina (10 ml/l) foi efetivo no controle de

doenças provocadas por bactérias na glândula do intestino médio (KITAKA, 1997a). Entretanto, o tratamento com antibióticos e outras substâncias deve ser limitado.

A inoculação de diatomáceas na água do cultivo pode ser efetiva no controle da qualidade da água durante o cultivo de algumas larvas de crustáceos decápodos (HUDINAGA & KITAKA, 1967). As diatomáceas crescem rapidamente, chegam ao pico em aproximadamente 10 dias e, então, declinam rapidamente. Este crescimento padrão é aceitável para o cultivo de larvas de peneídeos por que as diatomáceas são alimentos essenciais para as larvas Zoea e porque as pós-larvas são tolerantes à deterioração da qualidade da água quando o número de diatomáceas começa a diminuir. Entretanto, uma série de cultivos experimentais será necessária para determinar o efeito da deterioração da qualidade da água nas larvas filosomas vulneráveis (KITAKA, 1997a).

Metais pesados como cobre e zinco podem ser utilizados nas construções de edifício e equipamentos, por isso deve-se precaver para que não haja uma concentração alta destes metais na água do cultivo (KITAKA, 1994b). O limite da média letal (LD_{50}) acima de um período de 24 horas foi determinado a 0,3 mg/l de cobre e 6 mg/l de zinco para os estágios intermediários de filosomas de *P. japonicus* (KITAKA & SHIODA, não pub.).

CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Para se controlar ou minimizar o problema da contaminação da água em que há a utilização de gônada de mexilhão como alimento, as microalgas *N. oculata* foram utilizadas no sistema de cultivo de filosoma em Sanriku, Japão (KITAKA, 1988; KITAKA & IKEGAMI, 1988; KITAKA et al., 1988, 1997; KITAKA & KIMURA, 1989). *Nannochloropsis* cultivada a aproximadamente 50×10^6 células/ml foi inoculada na água do cultivo de filosomas para dar uma concentração inicial de aproximadamente 2×10^6 células/ml (KITAKA, 1997a). O número de *Nannochloropsis* aumentou com os

nutrientes derivados de alimentos fornecidos aos filosomas. SHIODA et al. (1997) analisaram a mudança na qualidade da água durante o cultivo de filosomas *P. japonicus* em relação ao intervalo entre as trocas de água e relatou que a demanda química de oxigênio (DQO), um indicador de material orgânico acumulado, também aumentou com o tempo. Porém, o aumento não foi influenciado pela quantidade de gônadas de mexilhão utilizadas para alimentar as larvas filosomas. A DQO aumentou menos durante a fase de crescimento do *Nannochloropsis* do que na fase de declínio. A concentração de amônia na água do cultivo de filosoma diminuiu rapidamente durante a fase de aumento da microalga *Nannochloropsis*, ocorrendo o contrário quando a *Nannochloropsis* decresceu (SHIODA et al., 1997).

MICROFLORA

Através das análises das características bacteriológicas e utilização de microalgas sugere-se que podemos controlar a qualidade da água (IGARASHI et al., 1990; IGARASHI et al., 1991; IGARASHI & KITAKA, 1991), mantendo as condições ideais para o cultivo de larvas de lagostas. Podemos também inocular bactérias para o controle microbiológico da água do cultivo (IGARASHI et al., 1991).

A microflora na água do cultivo tem sido analisada por IGARASHI et al. (1990, 1991). Através da observação das características bacteriológicas e utilização de microalgas, sugere-se que podemos controlar a qualidade da água. O número de bactérias foi mais baixo na água do cultivo de filosomas (1.0×10^3 to 7.6×10^4 /ml) do que na água do cultivo de *Penaeus japonicus* (4.2×10^4 a 2.7×10^6 /ml) e lagosta americana *Homarus americanus* (1.4×10^5 a 1.8×10^6 /ml). Isto sugere, aparentemente, que as larvas filosomas foram cultivadas em águas menos contaminadas quando as sobras alimentares e larvas mortas foram removidas freqüentemente.

A atividade alimentar das larvas filosomas pode ter sido afetada pela microflora associada com as condições fisiológicas do *Nannochloropsis*. Em

água com coloração fortemente verde (bacteria dominante: *Pseudomonas*), as larvas filosomas foram muito ativas. Em água branca turva (bacteria dominante: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Aeromonas*, etc.), as larvas filosomas foram menos ativas. Na água transparente (bacteria dominante: *Vibrio*), por fim, as larvas filosomas recobram suas atividades. O fato de que filosomas de *Jasus edwardsii* foram cultivados com sucesso até o estágio de puerulus em água inoculada com *Pseudomonas* e *Vibrio* sugere a importância das bactérias para o controle da qualidade da água (IGARASHI et al., 1990). Por outro lado bactérias "swarming" podem se espalhar sobre a superfície do corpo das larvas filosomas e retardar a função dos órgãos quimiorreceptores, os quais provavelmente são essenciais para a orientação e alimentação (NISHIDA & KITAKA, 1992).

CULTIVO DE FILOSOMAS

Os maiores avanços no cultivo de filosomas têm sido feitos desde o desenvolvimento completo da larva *J. lalandii* em 1988 (KITAKA, 1988). A causa das dificuldades em se cultivar a larva filosoma é que, geralmente, as larvas possuem uma delicada estrutura e longa vida pelágica (KITAKA, 1997a).

De acordo com KITAKA & KIMURA (1989) os estágios de desenvolvimento das larvas filosomas de palinurídeos têm sido baseado usualmente em amostras coletadas no oceano. Segundo os mesmos autores, as características utilizadas para distinguir os estágios intermediários e finais de desenvolvimento das larvas filosomas de outros palinurídeos, são principalmente a aparência e divisão dos urópodos e pleópodos, a segmentação do abdômen e a aparência das brânquias.

O desenvolvimento das larvas filosomas de *J. edwardsii* foi muito similar ao de *J. verreauxi* (KITAKA, 1994). Estima-se que as larvas filosomas de *P. elephas*, *J. verreauxi* e *P. japonicus*, têm respectivamente 9, 17 e 25 ínstaes (KITAKA, 1994).

Várias espécies de *Panulirus* com 11 estágios morfológicos têm sido estudadas, tais como; *P. argus* (LEWIS, 1951); *P. interruptus* (JOHNSON, 1956); *P. inflatus* (JOHNSON & KNIGHT, 1966) e *P. japonicus* (Inoue, 1981). Para as larvas filosomas de *J. lalandii* foi descrito 11 estágios (SILBERBAUER, 1971).

As partes da boca da larva filosoma *P. elephas* são diferentes de outras espécies durante os estágios iniciais (KITAKA & ABRUNHOSA, 1998). Segundo KITAKA (1997a), em fevereiro de 1996, 300 larvas filosomas recém eclodidas de *P. elephas* foram alimentadas com ambos gônada de mexilhão e larvas de *A. japonicus* recém eclodidos e as diatomáceas de *Thalassiosira* sp. e *Nitzschia* sp. foram propagadas na água do cultivo, começando no quarto instar e dando continuidade até o estágio final. Três filosomas sobreviveram até o estágio final. Um deles metamorfoseou para o estágio de puerulus somente 65 dias após a eclosão (KITAKA, 1997a). Estes resultados são encorajadores em relação ao estabelecimento do método de cultivo de filosomas.

PUERULUS

O Puerulus é um estágio em que o animal não se alimenta e os pueruli mudam para o estágio juvenil sem se alimentarem (KITAKA & KIMURA, 1989).

Dos 168 pueruli de *J. verreauxi* cultivados em 1991 em Sanriku, somente 29 mudaram para o primeiro estágio juvenil, com 17% de taxa de sobrevivência (KITAKA, 1997a).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços no cultivo de filosomas e puerulus de lagostas têm sido bastante lentos nestas décadas passadas desde o primeiro sucesso no cultivo de *Jasus lalandii* em 1987 em Sanriku (KITAKA, 1997a). O cultivo em massa não tem sido aperfeiçoado para nenhuma espécie, exceto para *J. verreauxi*

(KITAKA et al., 1997). No presente momento, o acesso mais seguro é o uso de sistema com recirculação de água que mantém as larvas e os alimentos flutuando, a utilização de microalgas tal como *Nannochloropsis* e uma dieta de gônada de mexilhão (KITAKA, 1994). O sucesso no cultivo também foi caracterizado pelo uso de água do mar esterilizada no sistema de cultivo, embora este fator tenha também melhorado as pesquisas em várias instituições de pesquisa no Japão (YAMAKAWA et al., 1989) e Nova Zelândia (KITAKA, 1997b). A Nova Zelândia é o primeiro país após o Japão a completar o ciclo larval da lagosta espinhosa.

Os resultados obtidos no Japão sugerem a importância da qualidade da água. Segundo KITAKA (1997a), as larvas filosomas de *J. verreauxi* foram cultivadas por três meses em boas condições sem microalgas. No entanto, elas não sobreviveram, pois a sobrevivência foi afetada pela contaminação da água do cultivo pelos microorganismos. A contaminação, provavelmente, resulta de um conjunto de condições de cultivo, como a origem da água do mar, a capacidade do tanque, o tipo de sistema, a densidade de filosoma, os tipos e disponibilidade de alimento, a conservação dos alimentos, a concentração de microalgas, as espécies de microalgas, o intervalo entre as trocas de água, a quantidade de água, etc. Além do mais, sempre há riscos de contaminação no sistema de cultivo porque não há maneira de excluir os microorganismos patogênicos durante o cultivo de filosomas. Porém, é sabido que o cultivo de camarões penaeidae com desenvolvimento satisfatório de diatomáceas faz com que os camarões fiquem menos susceptíveis a doenças provocadas por bactérias e vírus no viveiro (LIMSUWAN, 1992). Há vários trabalhos em que é relatada a importância das microalgas nos cultivos de filosomas, embora não se sabe ainda com certeza a função das microalgas em tais cultivos.

A morfologia e a função dos aparelhos da alimentação têm sido estudadas para muitas espécies de crustáceos. Porém, poucas observações têm sido feitas para filosomas (MIKAMI & TAKASHIMA, 1994) e as diferenças entre as espécies ainda não têm sido estudadas em detalhe. As larvas filosomas podem ter um único comportamento alimentar, como sugerido pela

manipulação com os pereiópodos (DOUTSU et al., 1966; MOE, 1991; KITTAKA, 1994).

A eficácia da utilização da larva de peixe como alimento para os estágios mais posteriores de filosomas tem se tornado mais evidente (KITTAKA, 1997a). No presente, a alimentação com náuplios de *Artemia* é popular devido a estar prontamente disponível. O sailfin sand fish (*Arctoscopus japonicus*) desova em águas costeiras rasas justamente antes do inverno (KITTAKA, 1997a). Os ovos são facilmente coletados e eclodidos em cativeiros. Portanto, a coleta destes ovos seria limitada para propósitos experimentais e também para se manter esta espécie. A análise da composição bioquímica e medição da forma e textura dos recém eclodidos *A. japonicus* serão recomendáveis na formulação de uma dieta artificial no futuro (KITTAKA, 1997a). Uma boa base financeira parece ter sido recebida pelos japoneses para a realização de enormes progressos no desenvolvimento das técnicas de cultivo de filosomas, embora não se tenha a certeza ainda de que a larva da lagosta poderá ser cultivada com sucesso.

Referências

- AIKEN, D. E. and WADDY, S. L., Reproductive biology. In the biology and management of lobsters, edited by J. S. Coob and B. F. Phillips, Academic Press, New York, 1, 215-276, 1980.
- ALLEN, B. M., Notes on the spiny lobster *Panulirus interruptus* of the California Coast. University of California Publications in Zoology. 16, 139-152, 1916.
- BARDACH, J. E., RYTHER, J. H. and MCLARNEY, W. O., The farming and husbandry of freshwater and marine organism, in "Aquaculture". Wiley-Interscience, New York, 868 p., 1972.
- BATHAM, E. J., The first three larval stages and feeding behaviour of phyllosoma of the New Zealand palinurid crayfish *Jasus edwardsii* (Hutton 1875). Transaction of the Royal Society of New Zealand 9(6), 53-64, 1967.
- BERRY, P. F., The biology of the spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) off the east coast of Southern Africa Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst. (Durban), no 28, 75 p., 1974.
- Booth, J. D., Phyllosoma raised to settlement. The Lobster Newsletter 8 (2), 1 and 12, 1996.
- BRAINE, S. J., Rimmer, D. W., & Phillips, B. F., An illustrated key and notes on the phyllosoma stages of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George, on the notes on the length frequency data. CSIRO Division of fisheries and oceanography report no. 102. 13 pp., 1979.
- BURKHOLDER, P. R., Antibiotics. Science, N. Y., 129, 1457-1465, 1959.
- CHITTLEBOROUGHT, R. G., Breeding of *Panulirus longipes cygnus*. George under natural and controlled conditions. Aust. J. Mar. freshwat. Res., 27, 499-516, 1976.

- DEGUCHI, Y., Copulation and Spawning 4. Spiny lobster. In Seed Production of Decapod Crustaceans (Ed. by R. Hirano) pp. 64-76. Koseisha Koseikaku, Tokyo (in Japanese), 1988.
- DEGUCHI, Y., SUGITA, H. and KAMEMOTO, F., Spawning control of the Japanese spiny lobster. Mem. Queensland Mus. 34, 449, 1991.
- DEXTER, D. M., Molting and growth in laboratory reared phyllosomas of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*. Calif. Fish Game. 58, 107-115, 1972.
- DOUTSU, Y., SENO, K. & INOUE, S., [Rearing experiments on early phyllosomas *Ibacus ciliatus* (von Siebold) and *I. novemdentatus* Gibbbs (Crustacea: Reptantia).] Bulletin of the Faculty of Fisheries. Nagasaki University 21, 181-94, 1966. (In Japanese)
- HATTORI, T. & OISHI, Y., Hatching experiment of Ise lobster. N. 1. Rep. Imp. Fish. Inst., 1, 76-132 (in Japanese), 1899.
- HUDINAGA, M. & KITAKA, J., The large scale production of the young kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate. Information Bulletin on Planktology in Japan. Commemoration number of Dr Y. Matsue. 35-46, 1967.
- HUGHES, J. T. SHLESER, R. A. & TEHOBANOGLIOUS, G., A rearing tank for lobster larvae and other aquatic species. Prog. Fish Cult. 36, 129-32, 1974.
- IGARASHI, M. A. , KITAKA, J. & KAWAHARA, E., Bactérias na água de cultivo larval de lagostas. Abst. Autumn Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries .1989, p. 111.
- IGARASHI, M. A. , SUGITA, H. & DEGUCHI, Y. : Microflora associated with eggs and nauplii of *Artemia salina*. Nippon Suisan Gakkaishi, 55, 2045, 1989 .
- IGARASHI, M. A., KITAKA, J. & KAWAHARA, E., Phyllosoma culture with inoculation of marine bacteria. Nippon Suisan Gakkaishi, 56(11), 1781-1786, 1990.
- IGARASHI, M. A. , ROMERO, S. F. & KITAKA, J., Microflora da água do cultivo larval de lagostas (espinhosa), lagostas (com pinças) e Kuruma ebi (camarão japonês). Abst. Autumn Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries p. 105, 1990b.
- IGARASHI, M. A. & KITAKA, J., Características bacteriológicas da água do cultivo de crustáceos. Autumn Symposium on Aquaculture 91 of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1991a.
- IGARASHI, M. A. & KITAKA, J., Bacteriological character in the culture water of crustaceans. Autumn Symposium on Aquaculture '91 of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1991a.
- IGARASHI, M. A., ROMERO, S. F. & KITAKA, J., Bacteriological character in the culture water of palinurid, homarid and penaeid larvae. Nippon Suisan Gakkaishi, 57, 2255-2260, 1991.
- IGARASHI, M. A. & KITAKA, J., Bacteriological character of the culture water marine crustaceans. Suisanzoshoku, 39, 465, 1991b.
- IGARASHI, M. A., Engorda de lagostas juvenis e cultivo de camarão com tecnologia japonesa. Fortaleza, UFC, 23 p, 1994.
- IGARASHI, M. A., Aspectos biológicos e engorda de lagostas. G. Batista, 16 p., 1995.
- IGARASHI, M. A., Estudo sobre o cultivo de camarão marinho. SEBRAE, 49p., 1995.
- IGARASHI, M. A. Shioda, K. & Kitaka, J., Variation of water quality and microflora in the culture water for phyllosomas. Nemuro Workshop on Oceans and Fisheries'95 Spiny Lobster and Clawed Lobster, 1995.
- IGARASHI, M. A, Cultivo de Larva de Lagosta. Filosoma. Fortaleza. Ed. SEBRAE, 48p., 1996.
- IGARASHI, M. A. & Kobayashi, R. K., Acasalamento e desova de lagostas *Panulirus laeviscauda* em laboratório. Livro de resumo do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Guarapari-ES, 1997a.
- IGARASHI, M. A. & Kobayashi, R. K., Variação na população bacteriana na água do cultivo de lagosta *Panulirus laeviscauda* em aquário com *Ulva* sp. Livro de resumo do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Guarapari-ES, 1997c.
- IGARASHI, M. A. & Kobayashi, R. K., População bacteriana e características bacteriológicas na água do cultivo de juvenis de lagostas *Panulirus argus*. Livro de resumo do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Guarapari-ES, 1997d.

- IGARASHI, M. A. & Kobayashi, R. K., Características bacteriológicas na água do cultivo de filosomas de lagosta *Panulirus laevicauda*. Livro de resumo do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Guarapari-ES, 1997e.
- IGARASHI, M. A., Aspectos do potencial da aquicultura no Brasil e no mundo. SEBRAE, 49p., 1997.
- IGARASHI, M. A., Aspectos do potencial da aquicultura no Brasil e no mundo. SEBRAE, 49p., 1997.
- INO, S., Observation on the spawning cycle of Ise-ebi(*Panulirus japonicus* v. Siebold). Nippon Suisan Gakkaishi, 15, 725-727, 1950.
- INOUE, M., Studies on the cultured larvae of the Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*-I. Morphology of the phyllosoma. Nippon Suisan Gakkaishi, 44, 457-475, 1978.
- INOUE, M., Special Rep. Kanagawa Pref. Fish. Exp. St., 1, 1-91, 1981.
- INOUE, M., [Studies on the cultured phyllosoma larvae of the Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus* (von Siebold).] Special Report, Kanagawa preectural fisheries experimental station, no. 1.91 pp., 1981 (in japanese)
- INOUE, M. & NONAKA, M., [Note on the cultured larvae of the japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* (von Siebold).] Nippon Suisan Gakkaishi 29, 211-18, 1963. (in japanese)
- IDYLL, C. P., Status of commercial culture of crustaceans. Proc. Food Drugs Sea, p. 55-64, 1970.
- JOHNSON, M. W., The larval development of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall), with notes on *Panulirus gracilis* Streets. Proceedings of the California Academy of Sciences 29, 1- 1956
- JOHNSON, M. W. & KNIGHT, M., The phyllosoma larvae of the spiny lobster *Panulirus inflatus* (Bouvier). Crustaceana 10, 31-47, 1966.
- JOHNSON, M. W., The larval development of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*(Randall), with notes on *Panulirus gracilis* Streets. Proceedings of the California Academy of Sciences, 29(1), 1-19, 1971.
- KAMIYA, N., YAMAKAWA, T. & TSUJIGADO, A., Studies on larval rearing of Ise lobster. A. Rep. Mie. Pref. Fish Technology Centre, 36-37, 1985.
- KATAYAMA, T., Volatile constituents. In: "physiology and Biochemistry of algae" (ed. By R. A. Lewin), Academic press, New York, 1962, pp. 467-473.
- KENSLER, C. B., Notes on laboratory rearing juvenile spiny lobster, *Jasus edwardsii* (Hutton) (Crustacea : Decapoda Palinuridae). N. Z. J. Mar. Freshwater Res., 1, 71-75, 1967 .
- KINNE, O., Marine ecology. Vol. III. Cultivation. Part 2. John Wiley and Sons, New York, 1977, 1293 p.
- KITTAKA, J., Ecology and behaviour of puerulus of spiny lobster. 8 p. (s.d.), 1955.
- KITTAKA, J. & MACDIARMID, A. B. Breeding. In the spiny lobster management. (Ed. by J. S. Cobb, B. F. Phillips and J. Kittaka), pp. 1-82. Academic press. New York. USA, 1980.
- KITTAKA, J., Ecological survey of lobster *Homarus americanus* and *Homarus gammarus* along the coast of the North Atlantic Ocean. Report to the Ministry of Education, Culture and Science (Overseas Scientific Survey No. 404152 and 504347), p. 77, 1981.
- KITTAKA, J., Ecological survey of lobster *Homarus* along the coast of the North Atlantic Ocean. Ecology and distribution of *Homarus capensis* along the South Atlantic Ocean. Report to the Ministry of Education, Culture and Science (Overseas Scientific Survey No. 56042009, 57041052 and 58043052), 118 p. 1984.
- KITTAKA, J., Ecological survey of rock lobster *Jasus* in the southern hemisphere . Ecology and distribution of *Jasus* along the Coast of Australia and New Zealand. Report to the Ministry of Education, Culture and Science. p. 1-232, 1987.
- KITTAKA, J., Culture of the palinurid *Jasus lalandii* from egg stage to puerulus. Nippon Suisan Gakkaishi, 54: 87-93, 1988.
- KITTAKA, J. & IKEGAMI, E., Culture of palinurid *Palinurus elephas* from egg stage to puerulus. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 1149-54, 1988.
- KITTAKA, K. & KIMURA, K., Culture of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* from egg to juvenile stage. Nippon Suisan Gakkaishi , 55, 963-70, 1989.

- KITAKA, J., IWAI, M. & YOSHIMURA, M., Culture of a hybrid of spiny lobster genus *Jasus* from egg stage to puerulus. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 413-17, 1988.
- KITAKA, J., Larval rearing. In: Phillips, B. F., Cobb, J. S., Kitaka, J. (Eds.), *Spiny Lobster Management*. Fishing News Books, Oxford, pp. 402-423, 1994.
- KITAKA, J., Culture of larval spiny lobster: a review of work done in northern Japan. *Mar. Freshwater Res.*, **48**, 923-930, 1997a.
- KITAKA, J., Application of ecosystem culture method for complete development of phyllosomas of spiny lobster. *Aquaculture* 155, 319-31, 1997b.
- KITAKA, J. ONO, K. & BOOTH, J. D., Complete development of the green rock lobster, *Jasus verreauxi* from egg to juvenile. *Bulletin of Marine Science* 61. 57-71, 1997.
- KITAKA, J. & ABRUNHOSA, F. A. (1998) Characteristics of palinurids (Decapoda; Crustacea) in larval culture. *Hydrobiologia*. (in press)
- KITAKA, J. , IWAI, M. & YOSHIMURA, M. Culture of hybrid of spiny lobster genus *Jasus* from egg stage to puerulus. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 413-417, 1988 .
- KITAKA, J. , KIMURA, K. , KAZUTAMI, K. , IGARASHI, M. A. & OTOWA, N. Pesquisa básica na produção de pós larvas de lagostas. Abst. Autumn Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1989) p. 111 (in japanese).
- KITAKA, J. & KIMURA, K. Culture of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* from egg to juvenile stage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 963-970, 1989.
- KITAKA, J., KIMURA, K. , KAZUTAMI, K. , IGARASHI, M. A. & OTOWA, N. Pesquisa básica na produção de pós larvas de lagostas. Abst. Autumn Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1989) p. 111 (in japanese).
- KITAKA, J. & KIMURA, K. Culture of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* from egg to juvenile stage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 963-970, 1989.
- KITAKA, J. , KIMURA, K. & IGARASHI, M. A. : Condições do cultivo na produção larval de lagostas japonesas. Abst. Spring Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1990a) p.186 (in japanese).
- KITAKA, J. , IGARASHI, M. A. , KANAMARU, K., ONO, K. and SHIOTA, K. : Cultivo em massa de larvas de lagostas do Hemisfério Sul *Jasus edwardsii*. Abst. Autumn Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1990b) p. 104. (in japanese).
- KITAKA, J. : Culture of spiny lobster from egg to puerulus stage. *Proceedings of the international workshop on lobster ecology and fisheries*. In revista de investigaciones marinas, 332-340, 1991.
- KITAKA, J. , IGARASHI, M. A. , KANAMARU, K. , ONO, K. and SHIOTA, K. : Produção de pós larvas de lagostas do hemisfério sul *Jasus verreauxi*. Abst. Spring Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1991a) p. 243. (in japanese).
- KITAKA, J. , IGARASHI, M. A. , SHIOTA, K. , KANAMARU, K. and ONO, K. : Microflora e qualidade da água do cultivo de larvas de lagostas. Abst. Spring Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries. (1991b) p. 244.
- KITAKA, J. , IGARASHI, M. A. , ONO, K. & SHIOTA, K. : Produção de pós larvas de várias espécies de lagostas. Abst. Autumn of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1991c) p. 106. (in japanese).
- KITAKA, J. , ONO, K. , SHIOTA, K. & IGARASHI, M. A. : Melhoramento da taxa de sobrevivência de larvas de lagostas japonesas. Abst. Spring Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1992) p. 198. (in japanese).
- KITAKA, J. & MACDIARMID, A. B. Breeding. In *Spiny Lobster management*. (Ed. By B. F. Phillips, J. S. Cobb, J. Kitaka). Fishing News Books, USA. p. 385-401, 1994.
- KITAKA, J. Culture of phyllosomas of spiny lobster and its application to studies of larval recruitment and aquaculture. *Crustaceana* 66: 358-270, 1994.
- KITAKA, J. Larval rearing. In: Phillips, B.F. Cobb, J. S.; Kitaka, J. (Eds.), *Spiny Lobster Management*. Fishing News Books, Oxford. Pp. 402-423. 1994b.
- KITAKA, J. Application of ecosystem culture method for complete development of phyllosomas of spiny lobster. *Aquaculture*, 155, 319-331, 1997.
- KITAKA, J. ONO, K. & BOOTH, J. D. (1997) Complete development of the green rock lobster, *Jasus verreauxi* from egg to juvenile. *Bulletin of Marine Science* 61. 57-71.

- KITAKA, J. & ABRUNHOSA, F. A. (1998) Characteristics of palinurids (Decapoda; Crustacea) in larval culture. *Hydrobiologia*. (in press)
- LAZARUS, B. I. The occurrence of phyllosoma larvae off the Cape, with particular reference to *Jasus lalandii*. *Investi. Rep. Div. Sea Fish S. Afr.*, 63:1-38, 1967.
- LELLIS, W. Spiny lobster a mariculture candidate for the Caribbean? *World Aquaculture*, 22(1), 60-63, 1991.
- LEMMENS, J. W. T. J. & KNOTT, B. (1994) Morphological changes in external and internal feeding structures during the transition phyllosoma-puerulus-juvenile in the western rock lobster (*Panulirus cygnus*, Decapoda: Palinuridae) *Journal of morphology* 220, 217-80
- LESSER, J. H. R. Phyllosoma larvae of *Jasus edwardsii* (Hutton) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) and their distribution off the east coast of the North Island. New Zealand. *N. Z. J. Mar. Freshwat. Res.*, 12, 357-370, 1978.
- LEWIS, J. B. The phyllosoma larvae of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*, 1(2): 89-103, 1951.
- LIMSUNWAN, C. (1992). Diseases of black tiger shrimp, *Penaeus monodon* fabricius in Thailand. *Technical Bulletin American Soybean Association* 1992, pp. 1-15.
- LINDBERG, R. G. Growth, Populations dynamics, and field behaviour in the spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall). *Univ. Calif. Berkeley Publ. Zool.* 59, 157-248, 1955.
- MATSUDA, H., YAMAKAWA, T. & TSUGIGADO, A. (1987)[Larval production of slipper lobster] *Annual Report Mie Prefectural Fisheries Technological Centre* (1986), 78-82. (in Japanese)
- MIKAMI, S. & TAKASHIMA, F. (1994). Functional morphology of the digestive system. In "Spiny lobster Management". (Eds. B. F. Phillips, J. S. Cobb & Kitaka, J) pp. 473-82. (Fishing News book:Oxford).
- MITCHELL, R. D. Food preference, feeding mechanisms, and related behaviour in phyllosoma larvae of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*(Randall). Master's thesis. San Diego State University, San Diego, CA, 1971.
- MOE, M. A., Jr (1991). "Lobsters-Florida, Bahamas, the Caribbean. (Green Turtle Publication: Plantation, FL.)511pp.
- NISHIMURA, M. Studies on larval production of Ise lobster-1. A Rep. Mie Pref. Hamajima Fish. Exp. St.(1981), 6-69, 1983.
- NISHIMURA, M. & KAWAI, H. Studies on larval of Ise lobster-II. Food value of Artemia cultured with yeast enriched with fat on phyllosomas A, Rep. Mie Pref. Hamajima Fish. Exp. St., (1982)(in Japanese), 1984.
- NISHIMURA, M. & KAMIYA, N. (1985) Studies on larval production of Ise lobster III. Results of phyllosoma culture in 1983. *Annual Report Mie Prefectural Fisheries Technological Centre* (1983), pp. 1-6 (in Japanese)
- NISHIDA, S., QUILEY, B. D., BOOTH, J. D., NEMOTO, T. & KITAKA, J. (1990) Comparative morphology of the mouthparts and foregut of the final stage phyllosoma, puerulus, and postpuerulus of the rock lobster *Jasus edwardsii* (Decapoda, Palinuridae). *Journal of Crustacean Biology* 10, 293-303.
- NISHIDA & KITAKA, Integumental organs of the phyllosoma larva of rock lobster *Jasus edwardsii*(Hutton). *J. Plankton Res.*, v. 14, p. 563-73, 1992
- NONAKA, M., OSHIMA, Y. & HIRANO, R. Culture and ecdysis of the spiny lobster and phyllosoma stages. *Aquaculture*, Tokyo. 5, 13-15, 1958.
- ONG, K. S. A preliminary study of the early larval development of the spiny lobster *Panulirus palyphagus* (Herbst). *Malay agric. J.* 46, 183-190, 1967.
- OSHIMA, Y. (1936). [Feeding habit of Ise lobster] *Suisan Gakkai Ho* 7, 16-21 (in Japanese)
- PARSONS, T. R., TAKAHASHI, M. & PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin 167, Fisheries research Board of Canada*, Ottawa, Canada, 311p. 1973.
- RHITTLEBOROUGH, R. G. & THOMAS, L. R. Larval ecology of the western Australian marine crayfish with notes upon other palinurid larvae from the eastern Indian Ocean *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 20, 199-223, 1969.
- SAISHO, T. : Notes on the early development of *Panulirus japonicus* (in Japanese, with English abstract). *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 11, 18-23, 1962.

- SAISHO, T. A note of the phyllosoma stage phyllosoma stages of the spiny lobster. Inform. Bull. Planktol. Japan, 13, 69-71, 1966.
- SAISHO, T. : A note of the phyllosoma stages of the spiny lobster (in japanese, with english abstract). Inform. Bull. Planktol. Japan 13, 69-71, 1966a.
- SAISHO, T. : Studies on the phyllosoma larvae with reference to the oceanographical conditions. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 15, 177-239 1966b.
- SHIGUENO, K. (1975) "Shrimp culture in Japan". (Association for International Technical Promotion: Tokyo.)153pp.
- Shioda, K., Igarashi, M. A . and Kittaka, J. Control of water quality in the culture of early stage phyllosoma of *Panulirus japonicus*. Bulletin of Marine Science, 61: 177-189, 1997.
- SHIODA, K. & KITAKA, J. : Water quality of phyllosoma culture water. Proceeding of the Autumn Symposium on Aquaculture, 91, in " Suisanzoshoku " 39, 466, 1991.
- SIEBIRTH, J. M. The influence of algal Antibiosis on the ecology of marine microorganism, in "Microbiology of the sea". Ed by M. R. Droop and E. J. Ferguson Wood). Academic press, New York, 63-94, 1968.
- SILBERBAUER, B. I. The biology of the south african rock lobster *Jasus lalandii*(H. Milne Edwards). Investigat. Rep. Div. Fish S. Afr. 92:1-70, 1971.
- SIMONS, D. C. : Review of the Florida spiny lobster resource. Fisheries, 5, 37-43, 1980.
- TAKAHASHI, M. & SAISHO, T.(1978) The complete larval development of the scyllarid lobster *Ibacus ciliatus* (von Siebold) and *Ibacus novemdentatus* Gibbes in the laboratory.] Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University, **27**, 305-63. (in Japanese)
- VANOLST, J. C., CARLBERG, J. M. & HIGHER, J. T. Aquaculture. In the biology and managements of lobster, edited by J. S. Coob and B. F. Phillips, Academic Press, New York, 2, 333-384, 1980.
- VON BONDE, C. (1936) The reproduction embryology and metamorphosis of the Cape crawfish *Jasus lalandii* (Milne Edwards) Ortman. Investigational Report, Fisheries and Marine Biological Survey Division, Union of South Africa 6, 5-25.
- WOLF, S. H. & FELGENHAUER, B. E. (1991) Mouthpart and foregut ontogeny in larval, postlarval, and juvenile spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille (Decapoda, Palinuridae). Zoologica Scripta 20, 57-75.
- YAMAKAWA, T., NISHIMURA, M., MATSUDA, H., TSUJIGADO, A. & KAMIYA, N. (1989). Complete larval rearing of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 745.