

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO CULTIVO DE FILOSOMAS DE LAGOSTAS PALINURÍDEOS

Marco Antonio Igarashi¹ 

IGARASHI, M. A. Desenvolvimento tecnológico no cultivo de filosomas de lagostas palinurídeos. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar*, Umuarama, v. 25, n. 1cont., e2506, 2022.

RESUMO: O desenvolvimento larval completo dos estágios da filosoma da lagosta palinurídeo foi feito em condições de laboratório por vários pesquisadores. A duração dos estágios larvais parece ser específica em relação às espécies. Para as larvas filosomas recentes podem ser fornecidas náuplios de *Artemia* em combinação com pedaços de gônadas de mexilhões (*Mytilus edulis*). Gônadas de mexilhões podem ser utilizados exclusivamente após o segundo ou terceiro instar. Grande mortalidade pode ser observada no primeiro instar. A par disso, poucas espécies foram cultivadas devido ao seu dilatado e complexo desenvolvimento larval. A proposta desta revisão é resumir as informações sobre os estudos do cultivo de filosomas.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento. Estágio larval. Lagosta espinhosa.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN THE CULTURE OF PHYLLOSOMA OF PALINURID SPINY LOBSTER

ABSTRACT: The complete larval development of the phyllosoma stages of palinurid spiny lobster has been made under laboratory condition by several researchers. Duration of the larval stage seems to be species specific. For the early phyllosomas, food can be consisted of *Artemia* nauplii in combination with pieces of mussel (*Mytilus edulis*) gonad. Mussel gonad can be used exclusively after the 2nd or 3rd instar. Heavy mortalities can be noted at the 1st instar. Few spiny lobsters have been raised from egg to puerulus in the lab. Spiny lobsters have a long and complex larval development. The purpose of this review is to summarize the studies on phyllosoma culture.

KEYWORDS: Development. Larval stage. Spiny lobster.

DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LO CULTIVO DE FILOSOMAS DE LANGOSTAS PALINURÍDEOS

RESUMEN: El desarrollo larvario completo de los estadios de filosoma de la langosta espinosa palinúrida ha sido realizado en condiciones de laboratorio por varios investigadores. A duración de las etapas larvais parece ser específica en relacion a las especies. Para las larvas filosomas recientes pueden ser ofrecidas nauplios de *Artemia* en cobinacion con pedazos de gónadas de mejillones (*Mytilus edulis*). Gónadas de mejillones pueden ser utilizados exclusivamente após o segundo el tercero instar. Grande mortalidad puede ser observada en lo primeiro instar. Al mismo tiempo, pocas especies han sido cultivadas debido a su dilatado y complejo desarrollo larval. La propuesta desta revisión es resumir la información sobre los estúdios sobre el cultivo de filosomas.

PALABRAS CLAVE: Cultivo. Filosoma. Lagosta espinhosa.

1. Introdução

A lagosta é uma “commodity” valiosa na pesca a qual é sempre altamente demandada no comercio mundial do pescado (FAO, 2016a; FAO, 2016b; NG *et al.*, 2022). No entanto, a possibilidade de incremento das atividades ligadas à captura da lagosta é finita, devido às limitações bioecológicas naturais existentes. Em face dessa inevitabilidade, perspectivas estão se vislumbrando no cultivo comercial da lagosta (ECHAURI; JEFFS, 2017; FITZGIBBON; JEFFS; BATTAGLENE, 2014; SMITH *et al.*, 2017; TOWERS, 2014; SMITH *et al.*, 2017),

Por vários anos as lagostas palinurídeos foram consideradas impróprias para o cultivo comercial, devido ao seu longo e complexo período de filosoma (larva de lagosta palinurídeo). No entanto, os investigadores continuam

pesquisando ou explorando o potencial de várias espécies para o cultivo comercial, e gradualmente vem sendo elucidado os detalhes pertinentes ao seu desenvolvimento completo desde o ovo até a forma adulta das lagostas (RADHAKRISHNAN, 2012; PHILLIPS *et al.*, 2013; PILLAI, 2013; DAO, 2016; SANTIAGO, 2016; PRIYAMBODO; JONES.; SAMMUT, 2017; SUPRIYONO; PRIHARDIANTO; NIRMALA, 2017; SMITH, 2017).

Não se tem ainda a certeza se a lagosta poderá ser cultivada com sucesso. Todavia, observando-se os resultados obtidos em estudos realizados recentemente, várias espécies de lagostas apresentam perspectivas para o cultivo comercial, e progressos estão sendo feitos, na área biológica (PILLAI, 2013; RADHAKRISHNAN, 2012; SMITH, 2017).

Pesquisa no cultivo em laboratório de lagostas

DOI: [10.25110/arqvet.v25i1cont.2022.6485](https://doi.org/10.25110/arqvet.v25i1cont.2022.6485)

¹ Universidade Federal do Ceará. E-mail: igarashi@ufc.br

palinurídeos começou na década de 1890 e desenvolveu gradualmente para a década de 1900 no Japão (KITAKA; ONO; BOOTH, 2000).

Os pesquisadores japoneses foram os primeiros a cultivar a lagosta palinurídeos do ovo a puerulus (KITAKA, 2000).

Os programas de pesquisa e tecnologia laboratorial têm trazido grandes avanços na área da pesquisa aquícola, de forma que atualmente o pueruli tem sido produzido a partir de ovos cultivado em sistemas de tanques projetados para a criação/desenvolvimento de *Jasus edwardsii*, *Sagmariasus verreauxi* e *Panulirus ornatus* (JONES, 2009). Na Nova Zelândia, a primeira produção de puerulus com sucesso de *S. verreauxi* ocorreu em 1995 (BOOTH, 1995), seguido de sucesso preliminar para várias outras espécies no Japão nas décadas anteriores (JONES, 2009).

Na Austrália a única opção para estabelecer a aquicultura de lagostas é desenvolvendo o cultivo de larvas filosomas nos laboratórios para o suprimento de puerulus (JONES, 2010). E como uma consequência, a primeira produção com sucesso de pueruli em cativeiro ocorreu em 2006 pela Companhia Australiana, Lobster Harvest Pty Ltda. (DAO, 2016). Por outro lado em cativeiro, a engorda de lagostas pode ser realizada de forma comercial (NGUYEN, 2012; JONES, 2017; KIZHAKUDAN; KIZHAKUDAN; PATEL, 2013; LILYANTI; ALI; FATURRAHMAN, 2017). Espécies

de lagostas tropicais (palinurídeos) têm reunido as mais interessantes considerações como candidatas para aquicultura comercial (LE ANH; JONES, 2015; ERNST; MANRIQUEZ; PALMA, 2017; JONES, 2017; TUZAN *et al.*, 2017).

Entre as interessantes considerações pode-se citar que os juvenis de lagostas têm, relativamente, uma certa tolerância ao ambiente de cultivo; sua necessidade nutricional e o seu crescimento podem ser adequados para a engorda; podem ser engordados em sistemas tradicionais de cultivo; adaptam-se bem às condições de cativeiro e aos alimentares; se engordadas em temperaturas elevadas sua taxa de desenvolvimento pode ser maior, quando comparada com a dos juvenis em condições ambientais naturais no mar.

No entanto, observa-se que no cultivo de larvas filosomas, ainda é necessário progressos na área biológica das espécies. Sendo assim, essa revisão apresenta uma síntese de informações, variando de investigações referentes às condições do cultivo de filosomas, espécies cultivadas do ovo até puerulus e elucidação de itens alimentares das larvas.

2. Seleção das espécies para cultivo

Muitas espécies de lagostas dos gêneros *Panulirus*, *Palinurus* e *Jasus* já foram utilizadas em várias pesquisas (Quadro 1), onde o principal objetivo foi o cultivo das mesmas em cativeiro.

Quadro 1: Espécies de lagostas palinurídeos para o qual as pesquisas sobre o cultivo de larvas têm sido publicadas.

Espécies	Referências
<i>Jasus</i>	
<i>Jasus edwardsii</i> *	Igarashi; Kittaka, Romero, 1991; Kittaka; Booth, 2000
<i>Jasus frontalis</i>	Dupre; Guisado, 1996
<i>Jasus lalandii</i> *	Kittaka; Ikegami, 1988
<i>Jasus verreauxi</i> *	Kittaka; Ono; Booth, 1997; Moss; James; Tong, 2000; Ritar; Smith; Thomas, 2006
<i>Panulirus</i>	
<i>Panulirus argus</i> *	Moe, 1991; Goldstein <i>et al.</i> , 2008
<i>Panulirus echinatus</i>	Carvalho; Ogawa, 2000
<i>Panulirus interruptus</i>	Johnston, 1956
<i>Panulirus japonicus</i>	Oshima, 1936; Inoue, 1978; Kittaka; Ikegami, 1988; Yamakawa <i>et al.</i> , 1989; Kittaka; Kimura, 1990
<i>Panulirus homarus</i>	Radhakrishnan; Vijayakumaran, 2000
<i>Panulirus laevicauda</i>	Carvalho; Ogawa, 2000
<i>Panulirus longipes</i> *	Matsuda; Yamakawa, 2000
<i>Panulirus ornatus</i> *	Smith <i>et al.</i> , 2009
<i>Panulirus penicillatus</i> *	Matsuda, Takenouchi, Goldstein, 2006
<i>Panulirus polyphagus</i>	Saisho, 1990; Sin, 1967
<i>Panulirus regius</i>	Luis; Calado, 2009
<i>Panulirus stimpsoni</i>	Wei; Lai, 2000
<i>Palinurus</i>	
<i>Palinurus elephas</i> *	Kittaka; Ikegami, 1988

Nota: As espécies marcadas com * tem sido completado o seu ciclo larval em cativeiro.

Fonte: adaptado de Hall *et al.* (2013).

De acordo com Smith (2017) o ciclo larval de lagostas é longo; tipicamente as fêmeas acasalam em águas costeiras e carregam agregado de ovos fertilizados aderidos externamente por um período de semanas a meses, dependendo das espécies,

e então eclodem como larvas subdesenvolvidas. O Quadro 2, demonstra o número possível de desovas/ano e período de incubação de ovos para uma variação para espécies de lagostas de clima temperado e tropical.

Quadro 2: Número possível de desovas/ano e período de incubação de ovos para uma variação para espécies de lagostas de clima temperado e tropical.

Espécies	Desovas (ninhadas) entre mudas	Período de incubação (dias)	Variação da temperatura observada (°C)	Fonte
<i>Panulirus homarus</i>	≤ 4	15 - 30	26,1 – 29, 8 °C	(1)(2)
<i>Panulirus penicillatus</i>	≤ 4	35,5 ± 1	24 – 27 °C	(3)(4)
<i>Panulirus ornatus</i>	≤ 4	22 - 36	24 – 30 °C	(5)
<i>Panulirus cygnus</i>	1-3	19 -68	19 – 25 °C	(6)(7)(8)
<i>Palinurus elephas</i>	1	150 – 280 *	-	(9)(10)
<i>Sagmariasus verreauxi</i>	1	55 - 130	13 – 20 °C	(11)
<i>Jasus edwardsii</i>	1	65 - 163	12 – 18 °C	(12)
<i>Panulirus inflatus</i>	≤4	-	-	(13)
<i>Panulirus polyphagus</i>	≤4	60 – 90 *	-	(14)
<i>Panulirus argus</i>	1-3	20 – 30 *	-	(15) (16)
<i>Panulirus longipes longipes</i>	>2	40 – 80 *	-	(17)
<i>Panulirus japonicus</i>	1-2	-	16 – 18 °C*	(18)
<i>Panulirus interruptus</i>	1	-	12,5 – 24 °C	(19)
<i>Panulirus guttatus</i>	≤ 4	14 - 21	-	(20)

* Estimado

Fonte: (1) Radhakrishnan (1977); (2) Berry (1970); (3) Plaut (1993); (4) Chang *et al.* (2007); (5) Sachlikidis (Chapter 4); (6) Chittleborough (1976); (7) Phillips *et al.* (1983); (8) Hunter (1999); (9) Ansell; Robb (1977); (10) Hunter (1999); (11) Moss *et al.* (2004); (12) Tong *et al.* (2000); (13) Grano-Maldonado; Alvarez – Cadena (2010); (14) Kagwade (1988a,b); (15) Kanciruk; Herrkind (1976); (16) Fonseca Larios; Briones Fourzan (1998); (17) Voigt; Atema (1994); (18) Minagawa (1997); (19) Vega-Velazquez (2003); (20) Negrete-Soto; Lozano-A 'Lvarez; Briones-Fourza 'N. (2002).

O número possível de desovas/ano pode ser maior para as espécies de clima tropical, assim como, o período de incubação de ovos é menor para as espécies de clima tropical comparado com o período de incubação para espécies de lagostas de clima temperado (Quadro 2). Portanto a temperatura da água do cultivo pode ser um fator limitante para as atividades reprodutivas.

3. Larvas filosas

Após o período de incubação do ovo, eclode a larva denominada de filossoma (Figura 1). Filossomas (deriva da palavra grega phyllos significando folha e soma significa corpo) são larvas planctônicas, dorsoventralmente achatadas com o corpo transparente e apêndices longos (MIKAMI; KUBALA, 2004).

As larvas filossomas possuem o corpo plano e parecido com folha, o qual pode alcançar cerca de 1,5 a 2 mm e chegam ao instar final, com aproximadamente 30 mm de comprimento (KITAKA, 2000). Porém o período de filossoma pode variar com a espécie.

O comprimento do corpo no estágio final de filossoma e de puerulus de *P. argus* variou de 25,60 - 28,20 mm (média = 27,00 mm) e 16,40 - 17,50 mm comprimento do corpo (BL) (média = 17,00 mm), respectivamente (GOLDSTEIN;

MATSUDA; BUTLER, 2006).

Figura 1: Filossoma de lagosta em estágio inicial (filossoma)



Fonte: adaptado de Kittaka *et al.*, 1997.

3.1. Estágios larvais e instares

Sob condições de cultivo, as larvas filosomas tem sido cultivada com sucesso desde o ovo através de numerosos estágios larvais até puerulus em números limitados com dietas consistindo somente de *Artemia* e gônada de mexilhão (KITAKA, 2000). Nesse contexto há de oito a 11 estágios de mudas morfológicas, sendo que frequentemente muitas mudas são suplementares (instares), a acumulação dos quais pode prontamente dobrar o número de mudas (e aumento do tempo) para completar a fase larval (SMITH *et al.*, 2009).

As larvas filosomas de *P. argus* metamorfosearam após 18 - 21 mudas (média = 19,7) cultivadas individualmente em sistema estático de água do mar a 25 – 27 °C para o estágio de puerulus (GOLDSTEIN; MATSUDA; BUTLER, 2006).

O número de mudas ou instares também pode variar com a espécie. As espécies que vivem em temperatura fria podem ter menor número de instares comparada com as espécies que vivem em temperaturas mais quentes (KITAKA, 2000).

3.2. Período larval

Nas espécies subtropicais *Panulirus*, tal como *Panulirus cygnus*, a fase larval estende de nove a 11 meses (PHILLIPS; MELVILLE - SMITH, 2006). Além disso, larvas de *P. ornatus* possui uma fase planctônica longa de 4,5 a sete meses antes do assentamento como os pueruli (PHILLIPS; MATSUDA, 2011). *P. ornatus*, portanto, é uma espécie com atributo indicativo de uma história de vida com capacidade de dispersar por longas distâncias (DAO, 2016). Assim sendo, *P. ornatus* e *P. homarus* tem um estágio planctônico de filosoma com período mediano de desenvolvimento (4-8 meses) comparado com algumas espécies do gênero *Jasus* onde isto pode estender até 24 meses (PHILLIPS, 2013). Por outro lado, na água fria as espécies do gênero *Jasus*, a fase larval planctônica é estimada ser entre 12 e 23 meses na natureza (BOOTH, 2006). Na longa fase larval planctônica de *S. verreauxi*, o período larval pode levar de 8 – 12 meses (WOODINGS, 2017). Para completar o ciclo larvas das lagostas, Kittaka (2000) utilizou temperatura aproximada da água a 20°C para *Jasus* e *Palinurus* e 25°C para *Panulirus*.

4. Puerulus

A metamorfose final da larva para o estágio de puerulus (Figura 2), o qual é um estágio que não se alimenta, pode levar várias semanas onde o puerulus é inteiramente dependente das reservas energéticas acumuladas no período anterior a muda (PHILLIPS; MATSUDA, 2011).

O puerulus se locomove para o berçário de juvenis, e uma vez no berçário, o puerulus assenta em habitats selecionados (MIKAMI; KUBALA, 2004) e tendem a permanecerem poucos centímetros da superfície da água (LYONS *et al.*, 1981).

O puerulus de *P. argus* muda para o primeiro instar juvenil bentônico em um período mais curto no verão do que

no inverno (BUTLER; HERRNKIND, 2000). Na pesquisa realizada por Goldstein; Matsuda e Butler (2006) em cativeiro as lagostas *P. argus* foram cultivadas desde o ovo até puerulus em 140 a 198 dias (média = 173,8 dias) em temperaturas entre 25 e 27 °C.

Figura 2: Puerulus de *Panulirus argus*.



Fonte: Elaborado pelo autor

Progressos no cultivo até o estágio de puerulus têm sido realizados para várias espécies de lagostas, mas somente um pequeno número de puerulus tem sido produzido em laboratório (KITAKA, 2000).

5. Espécies em que se completou a fase larval

A família Palinuridae conta com 47 espécies (HOLTHUIS, 1991). A fase larval de até sete espécies foi completada em laboratórios no Japão entre 1960 e 2000, no entanto, o ciclo larval de até 10 espécies de lagostas tem sido completado em ambiente laboratorial (Quadro 3), porém até recentemente, a replicação destes resultados em escala comercial não tem sido possível (SMITH *et al.*, 2017). Nesse contexto Jiro Kittaka foi o primeiro pesquisador a completar o ciclo larval da lagosta espinhosa *Jasus lalandii* em 1986-7 (KITAKA, 1988).

Quadro 3: Espécies de lagostas onde o desenvolvimento larval tem sido alcançado em laboratório.

Espécies	Número de instar	Período do estágio de filosomas no laboratório (meses)	Período do estágio de puerulus em laboratório (dias)	Autores
<i>Jasus lalandii</i>	15	10	11	Kittaka (1988)
<i>Jasus edwardsii</i>	15-23	10,5-13,4	19	Kittaka; Iwai; Yoshimura (1988) Rittar; Smith (2005) Kittaka <i>et al.</i> (2005)
<i>Sagmariasus verreauxi</i>	16-17	6,1-11,6	25,5	Kittaka; Ono; Booth (1997) Moss; Tong; Illingworth (2000) Ritar; Smith; Thomas (2006)
<i>Palinurus elephas</i>	6-9	2,0-4,2	11-15	Kittaka; Ikegami (1988)
<i>Panulirus japonicus</i>	20-31	7,5-12,6	9-26	Kittaka; Kimura (1989) Yamakawa <i>et al.</i> (1989) Matsuda; Takenouchi (2005)
<i>Panulirus longipes bispinosus</i>	17	9,1-9,5	-	Matsuda; Yamakawa (2000)
<i>Panulirus penicillatus</i>	20	8,3 – 9,4		Matsuda; Takenouchi; Goldstein (2006)
<i>Panulirus homarus</i>		5,5 - 8		Murakami (2006)*
<i>Panulirus argus</i>	18-21	4,5-6,5	11-26	Goldstein; Matsuda; Butler (2006)
<i>Panulirus ornatus</i>	23-24	4-5		M. G. Kailis Pty Ltd (2006)**, Smith <i>et al.</i> (2009)

*comunicação pessoal

** Press release, Perth, 2 Aug 2006.

Fonte: Fotedar e Phillips (2011)

Embora um longo período possa levar para produzir pós-larvas de lagostas em escala comercial, iniciativas utilizando diferentes espécies estão sendo exploradas em várias localidades mundialmente.

6. Alimento

Desde o ano de 1899, foram oferecida para as larvas filosomas ampla variedade de presas demonstrando prontamente o consumo de larvas de peixes (HATTORI; OISHI, 1899).

Nos experimentos que relacionados a náuplios e jovens de *Artemia* sp. foram utilizados os seguintes alimentos: quetognatos do gênero *Sagitta* e larvas de peixes da espécie *Lateolabrax japonicus* e *Limanda yokohamae* (INOUE, 1978); larvicultura de peixes das espécies *Oryzias latipes* e *Lebistes reticulatus*, gônadas do ouriço-do-mar *Echinometra mathaei*, Branchiopoda de água-doce *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* e carne de camarão *Palaemon pacificus* (SAISHO, 1966); águas-vivas dos gêneros *Aurelia* sp. e *Dactylometra* (KITAKA, 1994a); larvas de enguias, larvas de ascídias, copepodas calanóides, Chaetognathas, caranguejos zoeas, hidromedusas, poliquetas, salpas e larvas trocófora, veliger (SAUNDERS *et al.*, 2012). Porém, estas investigações têm demonstrado uma preferência por dietas mais macias, mais gelatinosas sobre os compostos alimentares secos tradicionais (FRANCIS *et al.*, 2014).

Embora a alimentação das larvas filosomas ainda

não esteja satisfatoriamente estabelecida, o crescimento das larvas filosomas tem sido alcançado ministrando-se náuplios de *Artemia* e gônada de mexilhões (KITAKA, 2000).

Porém, a alimentação com gônada de mexilhão é um processo altamente trabalhoso e intensivo, envolvendo remoção, corte em pedaços (pedaços de aproximadamente dois mm³) e etapas de desinfecção ministrada e em sincronia com náuplios de *Artemia* (TAKEUCHI; MURAKAMI, 2007).

Em relação a este assunto, a composição nutricional da gônada do mexilhão é conhecida variar sazonalmente, dificultando a habilidade de prover com um nível de garantia de nutrição para a larva filosoma ao longo do ano base (FRANCIS *et al.*, 2014).

7. Sistema de cultivo

Pesquisas para tanques de cultivo de filosomas (Figura 3) baseado no cultivo de larva têm sido desenvolvido.

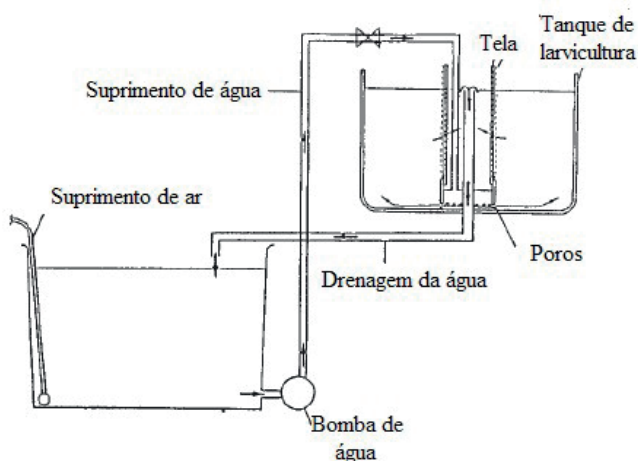
As larvas filosomas foram cultivadas em recipientes cilindro-cônicos podendo ter capacidade para 40 a 100 litros em sistema de recirculação. Os tanques circulares são os mais convenientes para criar uma corrente circular com variações de velocidades para conservar a larva e o alimento flutuando na coluna d'água. Entretanto a densidade inicial de 1º instares para *J. verreauxi* deve ser de 6,3 e 50 por litro (KITAKA, 1994b) e a larva deve ser conservada suspensa (KITAKA, 2000). Inoue (1978) idealizou um tanque circular para o cultivo com a água suprida através de pequenos orifícios na parede do

fundo e o fundo para criar correntes de 2 - 4 cm/s. Além disso as larvas filosomas podem ser cultivadas em águas estáticas ou correntes (KITAKA, 1994a).

A água do mar utilizada para cultivo de filosomas deve ser tratada utilizando filtros de 5 a 10 µm e radiações ultravioletas. Além disso a aeração é um fator de grande importância, pois deve permanecer funcionando constantemente (KITAKA, 2000).

As condições de cultivo para filosomas cultivadas em sistema com microalgas e de recirculação foi de: temperatura da água a 20°C para *Jasus* e *Palinurus* e 25°C para *Panulirus*; salinidade variando de 33 a 36‰; pH com variação de 8.0 a 8.6; troca da água do cultivo a cada 2 a 4 semanas (método da microalga) e a cada quatro a oito semanas (método da filtro-recirculação) (SHIODA; IGARASHI; KITAKA, 1997).

Figura 3: Tanque para cultivo de larva filosoma (adaptado de KITAKA, 2000).



Smith (2017) relatou que estão sendo desenvolvidas um novo conceito de projetos e construções, e nesse contexto, para se ter um bom rendimento no cultivo é necessário manter a qualidade da água, dentro dos parâmetros toleráveis, sendo que temperatura, salinidade, pH, concentração de oxigênio dissolvido e amônia são considerados importantes fatores.

Considerações finais

A tecnologia requerida para o sucesso no cultivo em massa de larvas filosomas requer níveis ótimos de nutrição que pode resultar em altos níveis de sobrevivência de larvas e metamorfose de larvas filosomas para puerulus. As pesquisas com larvas filosomas além de bem documentada atualmente vem sendo cultivada experimentalmente e considerada como potencial aquícola, no entanto, há várias espécies que são pouco conhecidas.

É necessário o desenvolvimento de técnicas simplificadas, condições controláveis da desova, cultivo de filosomas em altas densidades populacionais e resistência a doenças.

O sucesso obtido até o momento abre novos horizontes para a possibilidade de se estabelecer uma metodologia do cultivo comercial de larvas de lagostas.

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Jiro Kittaka "In Memoriam" da Universidade de Ciência de Tokyo pelos conhecimentos que adquiri sobre o cultivo de lagostas.

Referências

- ANSELL, A. D.; ROBB, L. The spiny lobster *Palinurus elephas* in Scottish waters. **Marine Biology**, Kiel, v.43, n. 1, p. 63-70, 1977.
- BERRY, P. F. Mating behaviour, oviposition and fertilization in the spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus). **Investigation Reports of the Oceanographic Research Institute of South Africa**, Durban, v. 24, n. 1, p. 1- 16, 1970.
- BOOTH, J. D. Phyllosoma reared to settlement. **The Lobster Newsletter**, North Beach, v. 8, n. 2, p. 1-12, 1995.
- BOOTH, J. D. *Jasus* species. In: PHILLIPS, B. F. (ed.) **Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries**. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. p. 340-358.
- BUTLER, M. J. I. V.; HERRKIND, W. F. **Puerulus and juvenile ecology**. In: PHILLIPS, B. F.; KITAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster: fisheries and culture**. London: Blackwell Scientific publications Fishing News Books, 2000, p. 276-301.
- CARVALHO, R. C. A.; OGAWA, M. Economic assessment of marine grow-out cage for spiny lobster in Ponta Grossa Beach, Ceara, Brazil. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE AND WORKSHOP ON LOBSTER BIOLOGY AND MANAGEMENT**, 6., 2000, Florida. **Proceedings [...]** Florida: ICWL, 2000. p. 10-15.
- CHANG, Y. J.; SUN, C. L.; CHEN, Y. YEH, S. Z.; CHIANG, W. C. Reproductive biology of the spiny lobster, *Panulirus penicillatus*, in the southeastern coastal waters off Taiwan. **Marine Biology**, Kiel. v. 151, n. 2, p. 553-564, 2007.
- DAO, H. T. **Recruitment and genetic population genetics of spiny lobsters, *Panulirus ornatus* and *P. homarus* in the south-east Asian archipelago**. Queensland, James Cook University. 2016. 155 f. Thesis, (PhD thesis submitted by HOC TAN DAO in September 2016 for the degree of Doctor of Philosophy in the Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture) - College of Science and Engineering James Cook University. Disponível em: <https://researchonline.jcu.edu.au/48783/1/48783-dao-2016-thesis.pdf>. Acesso em: 18 set. 2017.
- DUPRE, E.; GUISTADO, C. Early stages of phyllosomas of

the spiny lobster of Juan Fernandez *Jasus frontalis* maintained in laboratory conditions. **Investigaciones Marinas**, Habana. v. 29, n. 1, p. 39-50, 1996.

ECHAURI, J. J. G.; JEFFS, A. Energy expenditure of migrating spiny lobster post larvae. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP ON LOBSTER BIOLOGY & MANAGEMENT, 11, 2017, Portland. **Abstracts...** Portland: ICLW, 2017. p. 76.

ERNST, B.; MANRIQUEZ, P.; PALMA, A. A new growth model for the juan fernández rock lobster. INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP ON LOBSTER BIOLOGY & MANAGEMENT, 11, 2017, Portland. **Abstracts [...]** Portland: ICLW, July 4-9, 2017, p. 90.

FAO. **Programa Estatístico FishStatJ: Global Fishery and Aquaculture Statistics**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Org.). Disponível em: Rome: Database global capture production 1950-2014 (<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-captureproduction/en>), 2016a. Acesso em: 01 jun. 2016.

FAO. **Programa Estatístico FishStatJ: Global Fishery and Aquaculture Statistics**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Org.). Disponível em: Rome: Database global aquaculture production 1950-2014 (<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquacultureproduction/en>), 2016b. Acesso em: 01 jun. 2016.

FITZGIBBON, Q. P.; JEFFS, A. G.; BATTAGLENE, S. C. The Achilles heel for spiny lobsters: the energetics of the non-feeding post-larval stage. **Fish and Fisheries**, Oxford, v. 15, n. 2, p. 312-326, 2014.

FONSECA-LARIOS, M. E.; BRIONES-FOURZÁN, P. Fecundity of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in the Caribbean coast of Mexico. **Bulletin of Marine Science**, Wrentham, v. 63, n. 1, p. 21-32, 1998.

FOTEDAR, R.; PHILLIPS, B. **Recent advances and new species in aquaculture**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 416 p., 2011. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=nNTFtgYFV60C&pg=PT56&lpg=PT56&dq=phyllosoma+culture&source=bl&ots=tenoZqKLJQ&sig=XVuX2UorSxLAPPA_rWHQjlgdt7g&hl=pt-. Acesso em: 01 out. 2017

FRANCIS, D. S. *et al.* Palinurid lobster aquaculture: nutritional progress and considerations for successful larval rearing. **Reviews in Aquaculture**, Victoria, v. 6, n. 3, p. 180-203, 2014.

GOLDSTEIN, J.; MATSUDA, H.; BUTLER I. V. M. Success! Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus* is cultured from egg to juvenile for the first time. **The Lobster Newsletter**, Norfolk, v. 19, n. 1, p. 3-5, 2006.

GOLDSTEIN, J. S. *et al.* The complete development of larval Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in

culture. **Journal Crustacean Biology**, Oxford, v. 28, n. 2, p. 306-327, 2008.

GRANO-MALDONADO, M.; ÁLVAREZ-CADENA, J. *In vitro* cultivation of *Cymatocarpus solearis* (Brachycoeliidae) Metacercariae to obtain the adult stage without the marine turtle definitive host. **The Korean Journal of Parasitology**, Suwon, v. 48, n. 1, p. 49, 2010.

HATTORI, T.; OISHI, Y. Hatching experiment on the Japanese spiny lobster I. **Report of Imp Fisheries Institute**, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 76-132, 1899.

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

HUNTER, E. Biology of european spiny lobster, *Palinurus elephas*. **Crustaceana**, Leiden, v. 72, n. 6, p. 545-565, 1999.

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.

INOUE, M. Studies on the cultured larvae of the Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*-I. Morphology of the phyllosoma. **Nippon Suisan Gakkaishi**, Kanda Jinbo-cho, v. 44, n.1, p. 457-475, 1978.

JOHNSTON, M. W. The larval development of the California lobster, *Panulirus interruptus* with notes on *Panulirus gracilis*, **CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCE**, California, 29., 1956, California. **Proceedings [...]** California: CAS, 1956, 4th series, p. 775-793, 1956.

JONES, C. M. **Advances in the culture of lobsters**. *In*: BURNELL, G.; ALLEN, G. L.. New technologies in aquaculture: Improving production efficiency, quality and environmental management. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd and CRC Press. 2009. p. 822-844.

JONES, C. M. Tropical rock lobster aquaculture development in Vietnam, Indonesia and Australia. **Journal of the Marine Biological Association of India**. Cochin, v. 52, n. 2, p. 304-315, 2010.

JONES, C. M. Progress and Obstacles in Establishing Rock Lobster Aquaculture in Indonesia. INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP ON LOBSTER BIOLOGY & MANAGEMENT, 11., 2017, Portland. **Abstracts [...]** Portland: ICLW, 2017, p. 53.

KAGWADE, P. V. Reproduction in the spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst). **Journal of the Maine Biological Association of India**, Cochin, v. 30, n. 1-2, p. 37-46, 1988a.

- KAGWADE, P. V. Fecundity in the spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst). **Journal of the Marine Biological Association of India**, Cochin, v. 30, n. 1-2, p. 114-120, 1988b.
- KANCIRUK, P.; HERRNKIND, W. F. Autumnal production in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas. **Bulletin of Marine Science**, Wrentham, v. 26, p. 417-432, 1976.
- KITAKA, J. Culture of the palinurid *Jasus lalandii* from egg stage to puerulus. **Nippon Suisan Gakkaishi**, Kanda Jinbocho, v. 54, n. 1, p. 87-93, 1988.
- KITAKA, J.; IWAI, M.; YOSHIMURA, M. Culture of hybrid of spiny lobster genus *Jasus* from egg stage to puerulus. **Nippon Suisan Gakkaishi**, Kanda Jinbocho, v. 54, n. 3-4, p. 413-417, 1988.
- KITAKA, J. Culture of phyllosomas of spiny lobster and its application to studies of larval recruitment and aquaculture. **Crustaceana**, Leiden, v. 66, n. 3, p. 358-270, 1994a.
- KITAKA, J. **Larval rearing**. In: PHILLIPS, B. F.; COBB, J. S.; KITAKA, J. ed. Spiny lobster management. Oxford: Fishing News Books. p. 402-423, 1994b.
- KITAKA, J.; ONO, K.; BOOTH, J. D. Complete development of the green rock lobster, *Jasus verreauxi* from egg to juvenile. **Bulletin of Marine Science**, Wrentham, v. 61, n. 1, p. 57-71, 1997.
- KITAKA, J. Culture of larval spiny lobsters. In: PHILLIPS, B. F.; KITAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster: fisheries and culture**. London: Blackwell Scientific Publications. 2000, p. 508-532.
- KITAKA J. *et al.* Development of the red rock lobster, *Jasus edwardsii*, from egg to juvenile. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 39, n. 2, p. 263-277, 2005.
- KIZHAKUDAN, J. K.; KIZHAKUDAN, S. J.; PATEL, S. K. Growth and moulting in the mud spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793). **Indian Journal of Fisheries**, Kerala, v. 60, n. 2, p. 79-86, 2013.
- LE ANH, T.; JONES, C. Status report of Vietnam lobster grow-out. In: Spiny lobster aquaculture development in Indonesia, Vietnam and Australia: INTERNATIONAL LOBSTER AQUACULTURE SYMPOSIUM HELD IN LOMBOK, Indonesia, 22-25 April 2014, **Proceedings[...]** Canberra: ACIAR, 2014. 22-25 Apr 2015. p. 82-86.
- LILYANTI, M. A.; ALI, M.; RAHMAN, F. Growth of spiny lobster (*Panulirus homarus*) in the integrated Multi-tropic aquaculture system. **International Research Journal Natural Applied Science**, Dwarka, v. 3, n. 8, Aug 2016, p. 55-67.
- LUIS, O.; CALADO, R. Captive breeding of the Eastern Atlantic spiny lobster *Panulirus regius* in a recirculation system: a candidate for aquaculture in temperature zones ? **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 40, n. 2, p. 22-24, 2009.
- LYONS, W. G.; BARBER, D. G.; FOSTER, S. M.; KENNEDY JÚNIOR, F. S.; MILANO, G. R. The spiny lobster, *Panulirus argus*, in the middle and upper Florida Keys: population structure, seasonal dynamics, and reproduction. **Florida Marine Research Publications**, Florida, v. 10, n. 38. 1981, p. 1-38.
- MATSUDA, H.; YAMAKAWA, T. The complete development and morphological changes of larval *Panulirus longipes* under laboratory conditions. **Fisheries Science**, Tokyo, v. 66, n. 2, p. 278-293, 2000.
- MATSUDA, H.; TAKENOUCI, T. New tank design for larval culture of Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington. v. 39, n. 1, p. 279-285, 2005.
- MATSUDA, H.; TAKENOUCI, T.; GOLDSTEIN, J. S. The complete larval development of the Pronghorn spiny lobster *Panulirus penicillatus* (Decapoda, Palinuridae) in culture. **Journal of Crustacean Biology**, Oxsyford, v. 26, n. 4, p. 579-600, 2006.
- MIKAMI, S.; KUBALLA, A. Overview of lobster aquaculture research. HATCHERY FEEDS AND TECHNOLOGY WORKSHOP, 2, 2004, Sydney, **Workshop...** September 30 - October. Sydney: NOVATEL, 2004, v. 1, p. 127-130.
- MINAGAWA, M. Reproductive cycle and size-dependent spawning of female spiny lobsters (*Panulirus japonicus*) off Oshima Island, Tokyo, Japan. **Marine and Freshwater Research**, Melbourne, v. 48, n. 8, p. 869-874, 1997.
- MOSS, G. P.; JAMES, P.; TONG, L. *Jasus verreauxi* phyllosomas cultured. **Lobster Newsletter**, Norfolk, v. 13, n. 1, p. 9-10, 2000.
- MOSS, G. A. *et al.* Temperature effects on the embryo development and hatching of the spiny lobster *Sagmariasus verreauxi*. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington. v. 38, n. 5, p. 795-801, 2004.
- NEGRETE-SOTO, F.; LOZANO-A'LVAREZ, E.; BRIONES-FOURZA'N, P. Population dynamics of the spotted spiny lobster, *Panulirus guttatus*, in a coral reef on the Mexican Caribbean. **Journal Shellfish Research**, Washington. v. 21, n. 1, p. 279-288, 2002.
- NG W-L.; CHEN, C. A.; MUSTAFA, S.; LEAW, C. P.; TENG, S. T.; ZAKARIA, S. N. F. B.; TUZAN, A. D.; CHAN, T-Y. A new record of the spiny lobster, *Panulirus femoristriga*

(von Martens, 1872) from the coastal waters of Malaysia, with revision of global distribution. **Biodiversity Data Journal**, Sofia v. 10, e77973, 2022. Disponível em: <https://bdj.pensoft.net/article/77973/>. Acesso em: 21 maio 2022.

NGUYEN, T. K. T. **Opportunities and challenges in lobster marine aquaculture in Vietnam: the case of Nha Trang bay**. 66 f. 2012. Master Thesis in Fisheries and Aquaculture Management and Economics. The Norwegian College of Fishery Science University of Tromsø, Norway and Nha Trang University, Vietnam May 2012. Disponível em: <http://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/4756/thesis.pdf?sequence=2>. Acesso em: 21 out. 2015.

PHILLIPS, B. F.; JOLL, L. M.; SANDLAND, R. L.; WRIGHT, W. Longevity, reproductive condition and growth of the western rock lobster, *Panulirus cygnus* George, reared in aquaria. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, Melbourne. v. 34, n. 3, p. 419-429, 1983.

PHILLIPS, B.; MATSUDA, H. A global review of spiny lobster aquaculture. In: Fotadar R, Phillips B (eds) **Recent advances and new species in aquaculture**. Blackwell Publishing Ltd., Sussex. 2011, p. 22-84.

PHILLIPS, B. F.; MELVILLE-SMITH, R. **Panulirus species**. In: PHILLIPS, B. F. (1st ed.) *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK. 2006, p. 359-384.

PHILLIPS, B. **Lobsters: Biology, management, aquaculture & fisheries**. Wiley. com. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, New Jersey, 2013. 488 p.

PHILLIPS, B. F. *et al.* **Panulirus species**. In: Phillips, B. F. *Lobsters: biology, management, aquaculture, and fisheries*. 2nd edition. Wiley-Blackwell; Oxford: 2013. p. 289-325.

PILLAI, S. L. Hatchery and farming of spiny lobster an overview. [Teaching Resource]. Central Marine Fisheries Research Institute, India. 2013, 7 p. Disponível em: http://eprints.cmfri.org.in/9733/1/S_Lakshmi_Pillai.pdf. Acesso em: 20 out. 2015.

PLAUT, I. Sexual maturity, reproductive season and fecundity of the spiny lobster *Panulirus penicillatus* from the Gulf of Eilat (Aqaba), Red Sea. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, Melbourne. v. 44, n. 4, p. 527-535, 1993.

PRIYAMBODO, B.; JONES, C. M.; SAMMUT, J. The status of spiny lobster aquaculture in Indonesia. In: ASIAN-PACIFIC AQUACULTURE, 2017, Kuala Lumpur. **Abstract...** Kuala Lumpur: APA, 2017 - Meeting of World Aquaculture Society, 2017. Disponível em: <https://www.was.org/meetings/ShowAbstract.aspx?Id=47778>. Acesso em: 26 set. 2017.

RADHAKRISHNAN, E. V. **Review of Prospects for**

Lobster Farming in Handbook on Open Sea Cage Culture. In: PHILIPPOSE, K. K.; LOKA, J.; SHARMA, S. R. K.; DAMODARAN, D. Central Marine Fisheries Research Institute Karwar Research Centre, 2012, p. 96-106. Disponível em: http://eprints.cmfri.org.in/9180/1/Handbook_on_Opensea_Cage_Culture.pdf. Acesso em: 20 out. 2015.

RITAR, A. J.; SMITH, G. G.; THOMAS, C. W. Ozonation of seawater improves the survival of larval southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, in culture from egg to juvenile. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 261, n. 3, p. 1014-1025, 2006.

SAISHO, T. Studies on the phyllosoma larvae with reference to the oceanographical conditions. **Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima**, University of Kagoshima, Kagoshima. v. 15, n. 1, p. 177-239, 1966.

SANTIAGO, A. P. **Lagosta: Aquicultura como ferramenta para a sustentabilidade e preservação do recurso**. 2016, 283 f. Tese (doutorado). Universidade Federal do Ceará. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2016.

SAUNDERS, M. I. *et al.* Fussy Feeders: Phyllosoma Larvae of the Western Rocklobster (*Panulirus cygnus*) demonstrate prey preference, **PLoS ONE**, California, 2012, v. 7, n. 5, pg. e36580. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0036580>. Acesso em: 18 nov. 2017.

SHIODA, K.; IGARASHI, M. A.; KITAKA, J. Control of water quality in the culture of early stage phyllosoma of *Panulirus japonicus*. **Bulletin of Marine Science**, Wrentham, v. 61, n. 1, p. 177-189, 1997.

SMITH, G. G.; SALMON, M.; KENWAY, M.; HALL, M. Description of the larval morphology of captive reared *Panulirus ornatus* spiny lobster, benchmarked against wild caught specimens. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 295, n. 1, p. 76-88, 2009.

SMITH, G. G.; FITZGIBBON, Q.; BATTAGLENE, S.; SIMON, C.; GOULDEN, E.; CUNDY, D.; JEFFS, A.; CHRIS, C. The why, where, and how of spiny lobster aquaculture (*Panulirus ornatus*). INTERNATIONAL CONFERENCE AND WOKSHOP ON LOBSTER BIOLOGY & MANAGEMENT, 11, 2017, Portland. **Abstracts...** Portland: ICLW, 2017. p. 82.

SMITH, G. A dream soon to become a reality? **International Aquafeed**, Cheltenham, UK, v. 20, n. 7, p. 32-34, 2017. Disponível em: https://issuu.com/international_aquafeed/docs/iaf1707_w1. Acesso em: 25 set. 2017.

SIN, O. K. A preliminary study of the early larval development of the spiny lobster *Panulirus polyphagus* (Herbst). **The Malaysian Agricultural Journal**, Kuala Lumpur, v. 46, n. 2, p. 1, 1967.

SUPRIYONO, E.; PRIHARDIANTO, R. W.; NIRMALA, K. The stress and growth responses of spiny lobster *Panulirus homarus* reared in recirculation system equipped by PVC shelter. **AACL Bioflux**, Cluj-Napoca. v. 10, n. 2, p. 147-155, 2017.

TAKEUCHI, T.; MURAKAMI, K. Crustacean nutrition and larval feed, with emphasis on Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*. **Bulletin of Fisheries Research Agency**, Minato, v. 20, n. 21, p. 15-20, 2007.

TOWERS, L. Spiny lobster farming in VietNam and the role of probiotics during production. **The Fish Site**, USA. 2014. Disponível em: <http://www.thefishsite.com/articles/1798/spiny-lobster-farming-in-viet-nam-and-the-role-of-probiotics-during-production/>. Acesso em: 25 out. 2015.

TUZAN, A. D. *et al.* How does metabolic phenotype and social interaction affect growth disparity of spiny lobster? INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP ON LOBSTER BIOLOGY & MANAGEMENT, 11, 2017, Portland. **Abstracts [...]** Portland: ICLW, 2017. p. 84.

VEGA-VELÁZQUEZ, A. Reproductive strategies of the spiny lobster *Panulirus interruptus* related to the marine environmental variability off central Baja California, Mexico: management implications. **Fisheries Research**. Amsterdam, v. 65, n. 1-3, p. 123-135, 2003.

WEI, S.; LAI, B. Preliminary experiment on the nutrition of *Panulirus stimpsoni* phyllosoma. **Marine Science Bulletin**, Wrentham, v. 19, n. 4, p. 36-41, 2000.

WOODINGS, L. N. *et al.* Assessing the population structure and connectivity of the eastern rock lobster, *Sagmariasus verreauxi*, utilizing next-generation sequencing. INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP ON LOBSTER BIOLOGY & MANAGEMENT, 11, 2017, Portland. **Abstracts [...]** Portland: ICLW, 2017.. p. 60.

YAMAKAWA, T. *et al.* Complete larval rearing of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, Kanda Jinbo-cho, v. 55, n. 5, p. 745, 1989.

Recebido em: 20.12.2018

Aceito em: 24.05.2022