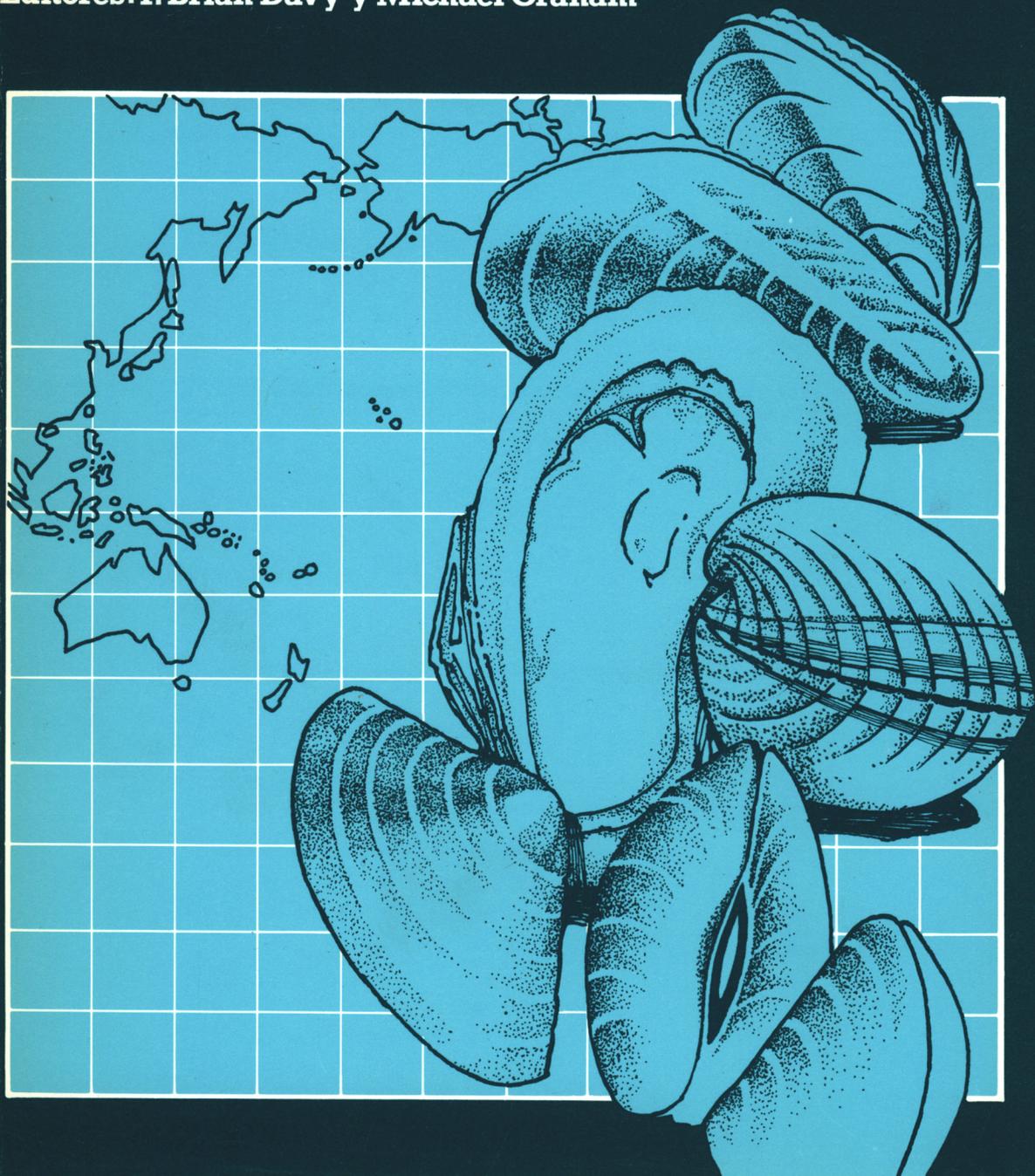


# Cultivo de Bivalvos en Asia y el Pacífico

Trabajos presentados en un seminario  
celebrado en Singapur del 16 al 19 de febrero de 1982

Editores: F. Brian Davy y Michael Graham



El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo es una corporación pública creada en 1970 por el Parlamento de Canadá con el objeto de apoyar la investigación destinada a adaptar la ciencia y la tecnología a las necesidades de los países en desarrollo. Su actividad se concentra en cinco sectores : ciencias agrícolas, alimentos y nutrición; ciencias de la salud; ciencias de la información; ciencias sociales, y comunicaciones. El Centro es financiado exclusivamente por el Parlamento de Canadá; sin embargo, sus políticas son trazadas por un Consejo de Gobernadores de carácter internacional. La sede del Centro está en Ottawa, Canadá, y sus oficinas regionales en América Latina, Africa, Asia y el Medio Oriente.

© International Development Research Centre 1984  
Postal Address: Box 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9  
Head Office: 60 Queen Street, Ottawa, Canada

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID  
Oficina Regional para América Latina y el Caribe  
Apartado Aéreo 53016, Bogotá, Colombia

Davy, F.B.  
Graham, M.

IDRC. Asia Regional Office, Singapore SG

IDRC-200s

Cultivo de bivalvos en Asia y el Pacífico : trabajos presentados en un seminario celebrado en Singapur del 16 al 19 de febrero de 1982. Ottawa, Ont., CIID, 1984. 94 p. : il.

/Ostricultura/, /moluscos/, /investigación pesquera/, /Asia/, /Fiji/, /Papua Nueva Guinea/, /Polinesia Francesa/ — /aspectos técnicos/, /producción pesquera/, /investigación y desarrollo/, /informe de reunión/, /lista de participantes/, /CIID mencionado/, bibliografía.

CDU: 639.4(5 + 9)

ISBN: 0-88936-345-5

Se dispone de edición microficha

*This publication is also available in English.  
Il existe également une édition française de cette publication.*

***CULTIVO DE BIVALVOS  
EN ASIA Y EL PACÍFICO***

**TRABAJOS PRESENTADOS EN UN SEMINARIO  
CELEBRADO EN SINGAPUR  
DEL 16 AL 19 DE FEBRERO DE 1982**

**EDITORES : F. BRIAN DAVY Y MICHAEL GRAHAM**

## *SUMMARY*

From 16 to 19 February 1982, a workshop on the culture of bivalves — oysters, mussels, and cockles — was held in Singapore, sponsored by the Primary Production Department (PPD) of the Ministry of National Development and the International Development Research Centre.

The workshop brought together 35 participants from the ASEAN (Association of South East Asian Nations) as well as from Bangladesh, Burma, China, Fiji, India, Papua New Guinea, Sri Lanka, Tahiti, and Canada.

The majority of these countries have abundant bivalve resources in coastal areas where they are gathered and eaten locally. Some of the countries have initiated culture operations and estimate that, with adequate development, the techniques can triple production.

The workshop emphasized the adaptation of advanced culture techniques to local conditions, and the participants visited an intensive culture system in which mussels were being grown on rafts in Changi Strait. The system, which extends to postharvest processing, was developed by PPD.

Among the priorities that the participants identified were the further development of culture and postharvest techniques, development of site-selection criteria, detailed economic studies, development of quality-control measures, design of health standards for bivalves for human consumption, and exchange of information among researchers in the field.

---

## *RÉSUMÉ*

Du 16 au 19 février 1982, sous l'égide du Département de production primaire du ministère du Développement national et du Centre de recherches pour le développement international, s'est tenu à Singapour un colloque sur les modes d'élevage et l'état actuel de la culture des lamellibranches — huîtres, moules, clovisses, palourdes — en vue d'établir un plan d'avenir dans ce domaine.

Le colloque a réuni trente-cinq participants de l'ASEAN (Association des pays du sud-est asiatique) ainsi que des délégués de Bangladesh, Birmanie, Chine, Fiji, Papouasie Nouvelle-Guinée, Sri Lanka, Tahiti et du Canada. On trouve des bivalves en abondance sur les côtes de presque tous les pays, où on les récolte comme aliment de subsistance. Mais quelques pays ont commencé à les cultiver et ils espèrent que des recherches appropriées leur permettront de tripler la production.

Il a surtout été question, au cours de la réunion, des possibilités d'adapter les techniques de culture à l'environnement des pays intéressés. Les participants ont été invités à visiter les élevages de moules suspendus à des radeaux et le système de traitement mis au point par le Département de production primaire de Singapour.

Les domaines de recherche prioritaires déterminés par les participants sont : la formation aux méthodes de culture, un approvisionnement de naissain amélioré, des critères de sélection de site mieux définis, des études économiques plus détaillées, l'établissement de normes de salubrité des bivalves destinés à la consommation humaine et des mécanismes permettant l'échange d'information technique sur la recherche relative aux lamellibranches.

## *CONTENIDO*

---

<b>Prólogo</b> .....	5
<b>Resumen del Seminario</b>	
Planes y Recomendaciones .....	8
Sesiones .....	9
<b>Informes de Países</b>	
Bangladesh .....	20
China .....	21
Fiji .....	29
Polinesia Francesa .....	31
India .....	34
Indonesia .....	45
Malasia .....	48
Papua Nueva Guinea .....	54
Filipinas .....	56
Singapur .....	71
Sri Lanka .....	75
Tailandia .....	76
<b>Anexos</b>	
1. Participantes .....	84
2. Trabajos presentados al Seminario .....	86
3. Bibliografía .....	87

## PRÓLOGO

---

Los bivalvos, tales como las ostras, los mejillones, las almejas y las coquinas se hallan distribuidos en forma extensa en todas las aguas tropicales. Comúnmente los bivalvos se encuentran en los manglares o zonas costeras donde, tras un breve período de movilidad inicial, se adhieren a rocas, muelles, nasas y otros objetos estáticos. En muchos países de Asia y del Pacífico es una tradición recolectar los moluscos en estado natural como una fuente barata de alimentos. Hace mucho tiempo los moluscos constituyeron un alimento barato de los pueblos pobres en muchos países europeos. En la actualidad son artículos caros, prácticamente de lujo en Europa y América del Norte. Sin embargo, en los trópicos se pueden recolectar en forma natural y cultivar de manera relativamente barata. En consecuencia, el interés en el cultivo de los moluscos se ha acrecentado rápidamente en una variedad de países.

En varias regiones tropicales se ha demostrado que el cultivo de bivalvos es factible tanto técnica como económicamente para producir un artículo comerciable de alto rendimiento en menos de un año. Se ha observado que los rendimientos de mejillones verdes, cultivados en cuerdas suspendidas de balsas durante cinco meses, ascienden a 10-12 kg/m de cuerda en una variedad de países de la región. El rendimiento de proteína de alta calidad nutritiva por hectárea de superficie de agua supera considerablemente la proteína que podría producir en una hectárea de tierra cualquier planta o animal terrestre conocido.

Desde 1973, la División de Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición (CAAN) del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) ha apoyado los proyectos de investigación sobre cultivo de bivalvos en varios países tropicales. Proyectos en Asia, Africa y el Caribe han estudiado las ostras y los mejillones; otros proyectos en América Latina han examinado las ostras, los mejillones y almejas.

Reconociendo el interés creciente por estos moluscos, se ha convocado una reunión regional para estudiar los trabajos pasados y actuales sobre cultivo de bivalvos en Asia y el Pacífico, con miras a establecer prioridades regionales para futuras investigaciones. Esta reunión, celebrada en Singapur del 16 al 19 de febrero de 1982, hizo hincapié en los bivalvos destinados al consumo humano. Se utilizó como valioso foco de demostración un sistema de cultivo de mejillones en balsas, desarrollado por el Departamento de Producción Primaria de Singapur en el estrecho de Changi. Se discutió asimismo el cultivo de moluscos, tales como las ostras perlíferas, las ostras capiz y las almejas, utilizadas en las industrias conchíferas, en razón de que para estas especies económicamente interesantes se pueden utilizar sistemas de cultivo similares.

La reunión de trabajo examinó las prácticas de cultivo, el proceso post-cosecha, la economía del manejo de moluscos y las futuras necesidades de investigación, abordándose someramente la taxonomía de los bivalvos. Los nombres y el tipo de distribución de las especies conocidas están incluidos en el Cuadro A; durante toda la reunión se utilizaron los nombres comunes de las especies en los casos en que se carecía de identificación taxonómica.

Varios países demostraron que los bivalvos cultivados se reproducen más rápidamente que en estado natural. El aumento del rendimiento es substancial y ofrece una interesante oportunidad a los acuocultores, a la investigación pes-

quera y a las organizaciones de desarrollo en toda la región asiática. Algunas de las dificultades surgidas en el cultivo de bivalvos se mencionan en los informes presentados por los participantes y redactados para su inclusión en el presente volumen. Para algunas especies (por ejemplo, almejas, *Anadara granosa*), es innecesaria una mayor investigación del cultivo extensivo ya que el actual sistema de trasplante de semillas resulta técnicamente práctico y económicamente eficaz.

Abrigamos la esperanza de que esta publicación, junto con las contribuciones anteriores del CIID a este tema — una bibliografía sobre ostricultura producida en 1975 (IDRC-052e), un manual sobre el cultivo de ostras tropicales publicado en 1979 (IDRC-TS17s), y un documental de 16 mm en colores producido en 1979 sobre el cultivo de ostras en los trópicos — sean de interés práctico, ayuden a todos los que se dedican a mejorar el cultivo de moluscos como alimento y aumenten la fuente de ingresos para los pueblos costeros de la región.

El CIID desea expresar su agradecimiento al Dr. Siew Teck Woh, al Dr. Leslie Cheong y al personal del Departamento de Producción Primaria de Singapur por organizar un viaje de estudios, así como por su ayuda en la preparación y realización de la reunión del grupo de trabajo.

**Joseph H. Hulse**  
*Director*  
*División de Ciencias Agrícolas,*  
*Alimentos y Nutrición*  
*CIID*

# *RESUMEN DEL SEMINARIO*



## PLANES Y RECOMENDACIONES

Los bivalvos representan una fuente alimenticia de alta calidad, con un potencial considerable en la mayoría de los países de Asia y del Pacífico, si bien el progreso realizado para aprovechar su potencial varía ampliamente y sugiere la necesidad de una colaboración regional entre los países que tengan sistemas relativamente desarrollados y aquellos que se encuentren en las etapas iniciales de desarrollo. Existen otras necesidades obvias de capacitación, intercambio de información e investigación.

### CAPACITACIÓN

La falta de personal calificado constituye el principal obstáculo para fomentar el desarrollo del cultivo de bivalvos. Se necesita la capacitación en el empleo, tal como se ofrece en Malasia, instándose a los gobiernos a facilitar dicha capacitación. La misma podría ser complementada con cursos especiales, tales como el cursillo organizado por el CIID en asociación con la Universidad Dalhousie de Canadá para la capacitación práctica en biología general y principios de cultivo necesarios en las regiones tropicales. Este curso, impartido a título de ensayo en junio y julio de 1982, constituye un primer paso hacia la capacitación pertinente. Asimismo, la Red de



Los cultivadores en Sabah, Malasia, han recibido capacitación práctica en ostricultura con el método de perchas.

Centros de Acuicultura en Asia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ofrece un programa de capacitación de un año que incluye el cultivo de bivalvos.

### INFORMACIÓN

Urge un mayor intercambio de información sobre los resultados de la investigación de bivalvos, recomendándose la celebración de reuniones futuras, tales como la reunión de intercambio regional expuesta aquí. Se recomienda asimismo la producción de manuales, reseñas sobre el estado actual de la disciplina y sinopsis para los mejillones, las ostras y las almejas. Se necesitan claves taxonómicas sencillas para la identificación de las especies y cuando se establezcan técnicas de producción mejoradas se requerirán mayores esfuerzos de extensión.

### PRIORIDADES INVESTIGATIVAS

Las prioridades de la investigación en la región incluyen :

- Estudios económicos detallados, relacionados especialmente con la información comercial y las prácticas de cultivo alternas en regiones de cultivo actual o potencial;
- Normalización de los sistemas de producción del cultivo de mejillones y de ostras;
- Métodos para aumentar el suministro de semillas para algunas especies y el desarrollo de técnicas de transporte conexas;
- Estudios de purificación en una variedad de países para asegurar un producto alimenticio de calidad (dichos estudios deben formar parte de un programa general de control de la calidad de los bivalvos que a corto plazo debería concentrarse sobre la calidad de la carne en el mercado);
- Examen de los reglamentos y procesos de arriendo para suministrar una base estable a la propiedad en las operaciones de cultivo; y
- Desarrollo de normas de calidad aceptables para los mercados locales y de exportación.

INFORMES DE PAÍSES

Un estudio de la explotación de bivalvos en 13 países de Asia y del Pacífico ha revelado que en algunos países no se están explotando los recursos, mientras que en otros existe una industria en la que se han invertido varios millones de dólares. La explotación varía desde la recolección de poblaciones naturales hasta las principales operaciones de cultivo. Muchos países han informado altas cifras de producción para las ostras, los mejillones, y las almejas: en China, el 43% de la producción de maricultura corresponde a los bivalvos; solo en 1979 Malasia produjo alrededor de  $6,3 \times 10^4$  t de almejas; y los ingresos de Filipinas por exportación de moluscos ascienden a 850 millones de pesos, o sea, más de US \$100 millones. Las especies económicamente importantes de la región son *Crassostrea*, *Perna*, y *Anadara* (Cuadro A), si bien *Pinctada*, *Paphia*,



Las almejas (*Anadara granosa*) se cultivan extensamente en una variedad de países de la región.

Cuadro A. Principales grupos de bivalvos en Asia y la Región del Pacífico.

País	Ostreidae (ostras)	Mytilidae (mejillones)	Arcidae (almejas)	Otros
Bangladesh	ni <sup>a</sup>	ni	ni	<i>Lamellidans marginalis</i> ; <i>Parreysia corrugata</i> ; <i>Placuna placenta</i>
Birmania	<i>Crassostrea</i> sp.	<i>Perna viridis</i>	<i>Anadara</i> sp.	<i>Solen</i> sp.; <i>Siliqua radiata</i> ; <i>Meretrix</i> sp.; <i>Donax</i> sp.; <i>Paphia</i> sp.; <i>Pinctada maxima</i> <i>P. martensii</i> ; <i>Chlamys farreri</i> ; <i>C. nobilis</i>
China	<i>C. rivularis</i> ; <i>C. plicatula</i> ;	<i>Mytilus edulis</i> ; <i>M. crassitesta</i> ;	<i>A. granosa</i> ; <i>A. subcrenata</i> ;	
	<i>C. taliwhenensis</i>	<i>P. viridis</i>	<i>A. inflata</i>	
Fiji	<i>C. glomerata</i> ; <i>C. gigas</i> ; <i>C. echinata</i>	<i>P. viridis</i>	<i>Anadara</i> sp.	<i>Batissa violacea</i>
Filipinas	<i>C. iredalei</i> ; <i>S. echinata</i> ; <i>S. cucullata</i>	<i>P. viridis</i>	<i>A. granosa</i> ; <i>Arca</i> sp.	<i>Modiolus metcalfei</i> ; <i>Placuna placenta</i> ; <i>P. margaritifera</i> ; <i>P. maxima</i> ; <i>Pteria</i> sp.; <i>Amusium pleuronectes</i> ; <i>Cyrtopleura costata</i> ( <i>Pholas orientalis</i> ); <i>Protapes</i> sp.; <i>Katylisia</i> ( <i>Paphia</i> ) spp.; <i>Atrina</i> sp., <i>Pharella acutidens</i> ; <i>Geloina striata</i> ; <i>Circe gibba</i> ; <i>Mactra mera</i> ; <i>M. maculata</i> ; <i>Donax radians</i> ; <i>Corbicula fluminea</i>
India	<i>C. madrasensis</i> ; <i>C. gryphoides</i> ; <i>C. discoidea</i> ; <i>Saccostrea cucullata</i>	<i>P. viridis</i> <i>P. indica</i>	<i>A. granosa</i> ; <i>A. rhombea</i>	<i>Pinctada fucata</i> ; <i>P. sugillata</i> ; <i>Paphia textile</i> ; <i>P. malabarica</i> ; <i>Meretrix meretrix</i> ; <i>M. casta</i> ; <i>Katylisia opima</i> ; <i>K. marmorata</i> ; <i>Villorita cyprinoides</i> ; <i>Donax faba</i> ; <i>D. cuneatus</i> ; <i>D. incarnatus</i> ; <i>Solen kempii</i> ; <i>Placenta placenta</i>

Cuadro A. (conclusión)

País	Ostreidae (ostras)	Mytilidae (mejillones)	Arcidae (almejas)	Otros
Indonesia	<i>Crassostrea</i> sp.	<i>P. viridis</i>	<i>A. granosa</i> ; <i>A. indica</i> ; <i>A. antiquata</i> ; <i>A. inflata</i>	<i>Pinctada margaritifera</i> ; <i>P. maxima</i> ; <i>Modiolus</i> spp.; <i>Tridacna gigas</i> ; <i>Gafrarium</i> spp.; <i>Solen</i> sp.; <i>Amusium</i> spp.
Malasia	<i>C. belcheri</i> ; <i>S. cucullata</i>	<i>P. viridis</i>	<i>A. granosa</i>	<i>Paphia</i> sp.; <i>Solen</i> sp.; <i>Elizia</i> sp.; <i>Glauconome</i> sp.
Papua Nueva Guinea	<i>C. amasa</i> ; <i>S. echinata</i>	—	—	<i>P. margaritifera</i> ; <i>P. maxima</i> ; <i>T. gigas</i>
Singapur	—	<i>P. viridis</i>	—	—
Sri Lanka	<i>C. belcheri</i> ; <i>S. cucullata</i>	<i>P. perna</i> ; <i>P. viridis</i>	<i>A. antiquata</i>	<i>Larkinia rhombea</i> ; <i>Pinctada vulgaris</i> ; <i>Pinna bicolor</i> ; <i>Geloina coxans</i> ; <i>Gafrarium tumidum</i> ; <i>M. meretrix</i> ; <i>Marcia opima</i> ; <i>D. faba</i>
Tahití	<i>S. echinata</i> ; <i>S. cucullata</i>	<i>P. viridis</i>	—	<i>P. margaritifera</i> ; <i>Venerupis</i> <i>semidecussatus</i>
Tailandia	<i>C. commercialis</i> ; <i>C. lugubris</i>	<i>P. viridis</i>	<i>A. granosa</i>	<i>Modiolus senhausei</i> ; <i>Paphia</i> <i>undulata</i> ; <i>Solen abbreviatus</i> ; <i>P. maxima</i> ; <i>P. margaritifera</i> ; <i>Pteria penquin</i>

<sup>a</sup>ni = ninguna información disponible.

*Meretrix*, y *Solen* son también valiosas. Las cifras de producción de bivalvos (Cuadro B) basadas en los informes de estado revelan rendimientos considerables procedentes del cultivo de mejillones en balsa en los estrechos de Johore en Singapur y en la India (135 t/ha anuales o sea 12 kg/m de cuerda). El cultivo de ostras se fomenta en varios países y se ha convertido en una industria establecida en Filipinas. El trasplante de semillas de almeja en Malasia y la recolección de otros bivalvos en estuarios de toda la región han confirmado el reconocimiento del valor de estos recursos. Sin embargo, es evidente que la actual producción podría haber aumentado considerablemente en la mayoría de los países si se hubiesen intensificado las técnicas de producción o expandido las regiones de cultivo. En algunos países el cultivo no existe o ha tenido una historia muy breve; pero la cooperación entre dichos países y los países más desarrollados es factible.

Además del considerable potencial para alimentos, podría suministrarse empleo en las comunidades rurales en actividades relativas al cultivo de perlas e industria conchíferas. En la mayoría de los países de la región existen empresas de este tipo en diverso grado.

Un estudio general de la industria de los mariscos sugiere que los problemas más importantes son:

- Limitada demanda del mercado y precios bajos para los bivalvos recolectados en algunos países;

- Provisiones inciertas de semillas para cultivo y trasplante, así como incertidumbre en la selección apropiada del sitio;
- Escasez de personal capacitado para realizar estudios biológicos, operaciones de procesamiento de cultivos y actividades de extensión;
- Falta de medidas de manejo administrativo, regulatorias y de desarrollo para el fomento eficaz de la pesca de bivalvos; y
- Sistemas sanitarios y de procesamiento inadecuados.

Los datos procedentes de los estados isleños de Micronesia indican generalmente tasas de crecimiento más lentas que las obtenidas en el sur y Sudeste Asiático para muchas especies de bivalvos, aparentemente debido a la baja productividad primaria en dichas aguas. Se ha manifestado cierto interés en la utilización de los bivalvos de agua dulce (Fiji) y de las almejas tridácnicas (Papua Nueva Guinea), los procedimientos de predicción del asentamiento, y la policultura.

Se reconoció que el cultivo de bivalvos está prosperando en la región y que no está limitado a los principales productores de Asia tales como Japón, Corea, Australia, y Nueva Zelandia. Sin embargo, también se reconoció que existen considerables diferencias en el desarrollo del cultivo de bivalvos entre los países interesados y que, por consiguiente, existe la necesidad de identificar y definir más específicamente el verdadero potencial para el cultivo de bivalvos en cada país.

Cuadro B. Estado de la producción de bivalvos en el Sur y el Sudeste Asiático y en el Pacífico (febrero de 1982).

Pais	Bivalvos	Producción (con concha, t, excepto donde se indique)	Fuente de semilla	Método de cultivo <sup>a</sup>	Estado del cultivo	Principales obstáculos
Bangladesh	Ostras; capiz; mejillones de agua dulce	— <sup>b</sup>	En estado natural	FI	Experimental	Falta de personal capacitado, de expertos
Birmania	Ostras; mejillones	— <sup>b</sup>	En estado natural <sup>c</sup>	FI; S	Experimental	Condiciones hidrográficas extremas
China	Ostras; mejillones; almejas	2 × 10 <sup>5</sup> t carne fresca (1978)	En estado natural <sup>c</sup> ; vivero	FI; S	Altamente desa- rrollado	Necesita mecanización (en proceso de desarrollo)
Fiji	Ostras; mejillones	— <sup>b</sup>	En estado natural <sup>c</sup> ; importaciones	S	Experimental	No se dispone de especies locales para cultivo
Filipinas	Ostras; mejillones; capiz; almejas otros	799; 3,0 × 10 <sup>3</sup> ; — <sup>b</sup> ; 2,0 × 10 <sup>3</sup> ; 109 (1979)	En estado natural	S, FI; S; FI; FI; FI	Ostricultura desarrollada; otros experi- mentales con recolección de sub- sistencia de la naturaleza	Condiciones sanitarias deficientes; mercados limitados; asentamiento irregular
India	Ostras perlíferas; almejas; mejillones; capiz	21 millones de piezas (1958); 2 × 10 <sup>5</sup> ; 2 × 10 <sup>3</sup> ; 3,1 × 10 <sup>3</sup> ; 4 × 10 <sup>3</sup>	En estado natural <sup>c</sup>	S (excepto almejas —T)	Cultivo de perlas avanzado; bivalvos comes- tibles recolec- tados para subsistencia; gran número de conchas de al- mejas usadas para cal	Limitada provisión de semillas para algunas especies
Indonesia	Mejillones; ostras; almejas; ostras perlíferas	5,1 × 10 <sup>4</sup> (1979)	En estado natural <sup>c</sup>	FI; T;	Experimental	Poca demanda (excepto de almejas;
Malasia	Ostras; almejas	12-13 (1979); 6,3 × 10 <sup>4</sup> (1979)	En estado natural <sup>c</sup>	F, S; F, T	Cultivo de ostras experi- mental; cultivo de almejas avanzado	Falta de personal capacitado; Fouling; sedimentación; provisión de semillas de <i>Anadara</i> sp. (en el futuro) probablemente limitada
Papua Nueva Guinea	Ostras perlíferas	— <sup>b</sup>	En estado natural; vivero experimental para almeja gigante	S	Experimental	Veneno paralizador de camarones marea roja; presencia natural de mercurio
Singapur	Mejillones	500	En estado natural	S	En desarrollo	Técnicas inadecuadas para el procesamiento postcosecha
Sri Lanka	Ostras; mejillones; almejas	— <sup>b</sup>	En estado natural			Pocos trabajos hasta la fecha
Tahiti	Ostras perlíferas; mejillones; almejas	1 × 10 <sup>5</sup> (1979); 2,8 × 10 <sup>5</sup> ostras; 22; 9	En estado natural; viveros	S	Ostras perlíferas desarrolladas; otros experi- mentales	Agua baja en nutrientes; temperaturas y salinidad extremas
Tailandia	Mejillones; almejas; ostras	9,0 × 10 <sup>4</sup> (1979)	En estado natural <sup>c</sup>	FI; S	Desarrollado	Provisión limitada de semillas.

<sup>a</sup> F = fondo; I = intermareal; S = suspendido (balsa o percha); T = trasplante.

<sup>b</sup> Pequeñas cantidades recolectadas en estado natural, pero no se dispone de cifras exactas.

<sup>c</sup> Los bivalvos son recolectados (pescados) en estado natural al nivel de subsistencia.

### MÉTODOS DE CULTIVO

Si bien hay toda una variedad de especies de bivalvos distribuida en el Sudeste Asiático, las que tienen mayor importancia para el desarrollo de la acuicultura son los mejillones (*Perna*), ostras (*Crassostrea*), almejas (*Anadara*), ostras perlíferas (*Pinctada*), y ostras capiz (*Placuna*). Se mencionó frecuentemente el enorme potencial de estas especies como fuente de alimentos y de empleo rural. Sin embargo, para desarrollar este potencial se deben aplicar las tecnologías apropiadas.

Para que sea aprovechable para el cultivo, una especie de molusco indígena debe poseer tres atributos :

- Una provisión confiable y barata de semillas;
- Una tasa de crecimiento rápida; y
- Un valor relativamente alto.

En los trópicos se satisfacen generalmente las dos primeras, la tercera depende en parte de que el cultivo sea artesanal o empresarial.

En regiones donde no existen especies indígenas adecuadas, se podrá introducir una especie exótica, pero solamente en última instancia o como último recurso y después de un análisis exhaustivo de los peligros y de las consecuencias. Las especies locales ya ocupan el ambiente más adecuado a sus necesidades, aunque no sirvan para cultivo, independientemente de que el ambiente sea oceánico o estuarino. Los sitios de cultivo alternos pueden ser submareales, intermareales o pelágicos. La selección del sitio representa habitualmente un compromiso entre los requisitos ecológicos de la especie y las características de los diversos tipos de cultivo.

Solamente existen unos pocos sistemas básicos de cultivo de moluscos, pero existen muchas variaciones de los mismos. La ingeniosidad o habilidad del cultivador puede dar lugar a numerosas modificaciones que tienen por objeto aprovechar las condiciones y materiales locales. Se han realizado muchos esfuerzos para que el cultivo de moluscos sea un trabajo menos intensivo, pero el costo y el suministro de la mano de obra siguen siendo los factores primordiales en la selección de un sistema de cultivo.

#### CULTIVO DE OSTRAS

El cultivo de ostras puede dividirse en cultivos de fondo o alejados del fondo. En los primeros, las ostras se cultivan en el fondo, intermarealmente o submarealmente. El cultivo intermareal requiere un substrato relativamente firme, altura mareal correcta y protección contra una acción excesiva de las olas. En el cultivo submareal, se necesita un substrato razonablemente firme, una profundidad moderada y una acción mínima por parte de los depredadores. El método básico

implica la plantación de semillas en un terreno que sea especialmente adecuado para pequeñas ostras, el trasplante de la semilla a los terrenos cuando el crecimiento es rápido, y finalmente el trasplante o resiembra de las ostras a los terrenos de engorde. Los procedimientos varían según la disponibilidad de terrenos.

Los sistemas de cultivo alejados del fondo incluyen el cultivo en percha, el cultivo suspendido y el cultivo en estaca. En el primer sistema, se construyen perchas de varios diseños y materiales en las zonas intermareales o cerca de ellas y se utilizan para suspender las bandejas o cuerdas, o para sostener los palos. Las perchas tienen por lo general de 1 a 2 m de altura.

El tipo de cultivo en estaca es directo y sin complicaciones. Se recolectan las semillas en estacas que se colocan horizontalmente sobre las perchas y donde las ostras crecen hasta llegar a su madurez. Aquellas que al ser recolectadas no han alcanzado su tamaño comercial, se colocan en bandejas que también están en las perchas para que continúen su crecimiento.

Las cuerdas con conchas u otro material de agarre se pueden suspender verticalmente en las perchas o colocar horizontalmente como estacas. De este modo se recolecta gran cantidad de larvas.

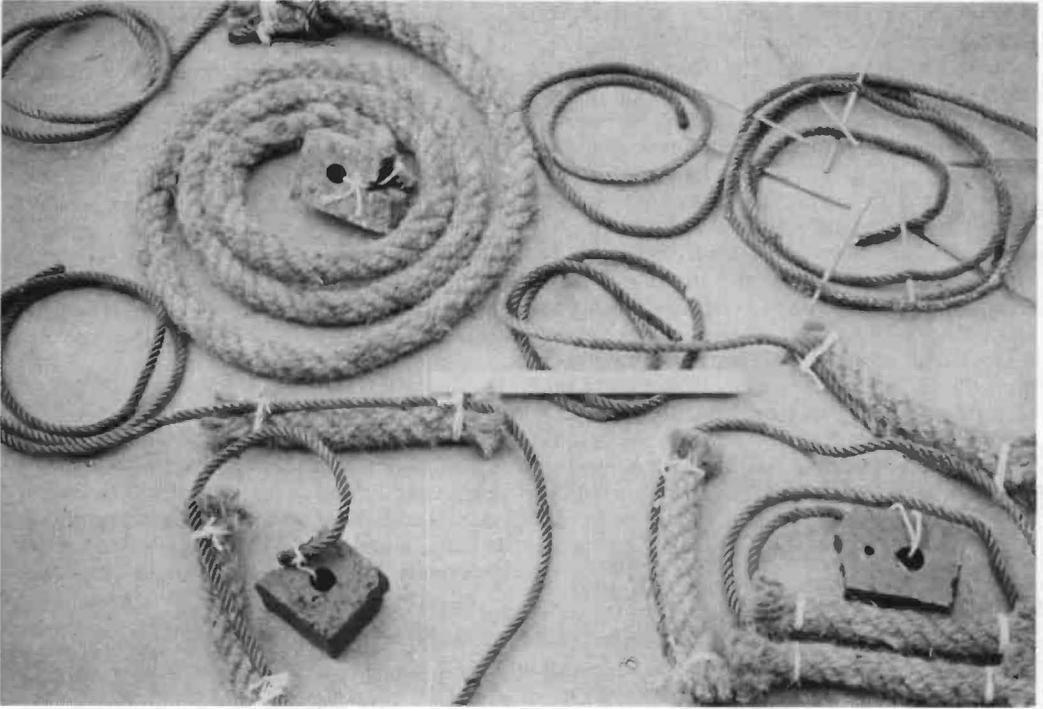
En el sistema de cultivo suspendido, se suspenden las cuerdas o las bandejas de balsas o cables sostenidos por flotadores anclados en cada extremo. Estos resisten el embate de las olas mejor que las balsas.

El cultivo en estacas es también sencillo. Se clava una estaca de aproximadamente 1,5 m de largo en el terreno intermareal a un nivel apropiado. Se coloca encima de la estaca un pedazo de colector y se deja que el racimo de ostras crezca hasta alcanzar su madurez in situ. El equipo es directo y el sistema es útil en zonas intermareales de barro blando.

#### CULTIVO DE MEJILLONES

Igual que en el caso de las ostras, los dos sistemas principales para el cultivo de mejillones son el de fondo y el alejado del fondo. En el cultivo de fondo, las semillas de mejillones, recolectadas de diversas maneras, se esparcen en el fondo donde permanecen hasta su recolección.

Existen diversos métodos de cultivo alejado del fondo, pero el principal es el cultivo en balsa. La semilla es recolectada de las poblaciones naturales en la orilla o de las cuerdas suspendidas desde balsas. Algunas veces la semilla de las cuerdas se vuelve a colocar sobre las otras cuerdas o en bolsas de malla para su suspensión. En otro de los métodos la semilla de las cuerdas o bolsas de malla se coloca sobre pesados postes verticales en la zona intermareal. Los mejillones pueden criarse



*Cuerdas utilizadas para el cultivo de mejillones. Desde la parte superior izquierda : 4 m de cuerda de fibra de corteza de coco, 4 m de cuerda de polietileno, 4 m de cuerda de policoco, y 2 m de cuerda de policoco.*

asimismo submarealmente sobre largos postes verticales : las semillas se recolectan en los postes y crecen hasta su madurez in situ.

### CULTIVO DE ALMEJAS

El cultivo de almejas no es una técnica adelantada y no se practica tan ampliamente como el de la ostra o el mejillón. Las semillas de almeja se recolectan de terrenos naturales y se resiembran en zonas que poseen un fondo adecuado pero donde la semilla no es abundante. Entonces se permite que crezcan hasta alcanzar su tamaño comercial.

### PROBLEMAS

Parece que existe una tendencia hacia la complejidad cuando en realidad técnicas sencillas y baratas serían suficientes y hasta más apropiadas. La selección de la técnica de cultivo más apropiada requiere que se examine no sólo la biología de la especie sino también el ambiente físico y socioeconómico. Para desarrollar un método simple y a bajo costo que convenga al usuario a quien va destinado, se debe realizar una investigación y evaluar las alternativas disponibles.

La producción y suministro de semillas constituyen problemas con muchas especies. Los viveros

son considerados a menudo como la panacea para este problema, pero estos requieren equipo costoso y moderno y personal calificado. El suministro de semilla producida en vivero junto con el alimento apropiado al medio tropical es también un problema, y el cultivo en vivero de moluscos jóvenes es, en particular, un problema técnicamente difícil y costoso.

Las técnicas de predicción del asentamiento que se utilizan en países templados, deben ser tenidas en cuenta, particularmente en ambientes tropicales donde la época de cría de bivalvos dura a menudo varios meses. Los métodos incluyen el muestreo del plancton o la verificación de la condición gonádica de los adultos, pero probablemente el método más eficaz es el examen rutinario del asentamiento inicial en los colectores de muestra colocados para este fin.

A menudo se propone la introducción de bivalvos extranjeros como medio de establecer un nuevo recurso o incrementar el escaso suministro de semillas locales. Sin embargo, dichas introducciones pueden estar acompañadas por plagas o enfermedades y no existen garantías de que el resultado sea una población local autosubsistente. Las introducciones exitosas han sido escasas.

La seguridad de tenencia es importante para estimular las iniciativas en el cultivo de moluscos. La legislación actual para el arriendo de terrenos

en la región (Cuadro C) es mínima y en un futuro se deberá estudiar el establecimiento de regulaciones. La seguridad de la tenencia deberá depender del uso productivo y diligente de un arriendo. También se requiere delimitación precisa de los límites y seguridad contra intrusiones per judiciales.

En todo el mundo se están destruyendo las anteplayas. Los manglares pantanosos son particularmente sensibles a los destrozos y en el Sudeste Asiático el mantenimiento y la extensión de los recursos de bivalvos dependen de su conservación.

Debido a la capacidad reproductora de la mayoría de los bivalvos en los trópicos y a sus tasas de crecimiento (suficientemente altas como para producir dos cosechas anuales en algunos casos), estos constituyen una fuente de alimentos que no debe pasarse por alto. Y si bien ha existido una considerable utilización de los recursos de la región, su potencial no se ha aprovechado todavía plenamente.

### MEDIDAS POSTCOSECHA

Los bivalvos son una fuente importante de proteína barata; la carne de los mejillones verdes, por ejemplo, contiene aproximadamente 67 g de proteína/100 g de carne a 0% de humedad. Son especialmente adecuados como productos pulverizados para los mercados públicos o institucionales. Sin embargo, su calidad sanitaria no es siempre confiable, lo que afecta de manera adversa las ventas y debe solucionarse con medidas post-cosecha, especialmente de tipo sanitario y de control de calidad.

### HIGIENE/PURIFICACIÓN

La contaminación resultante de los coliformes fecales y de los metales pesados así como del veneno paralizante de mariscos debido a las floriscencias de dinoflagelados constituyen riesgos de salud causados por los bivalvos crudos o semicocidos. Se han registrado casos de envenena-

Cuadro C. Resumen de la legislación sobre concesiones de bivalvos.

Pais	Reglamentos (que requieren arriendo o permiso) que rigen :	Especificaciones <sup>a</sup>
Bangladesh	Capiz	nd <sup>b</sup>
Birmania	Ninguno de los bivalvos	—
China	Ostras; mejillones; almejas diversas; ostras perlíferas; etc.	Sin cargo
Fiji	Pesca general : áreas costeras-el permiso para pescar comercialmente debe ser otorgado primero por el grupo que posee el área, luego por la División de Pesca; y fuera del arrecife el permiso y la licencia deben ser otorgados por el gobierno	Costa : \$4 embarcación, \$4 capitán, \$1 por cada miembro de la tripulación; banco exterior : \$10
Filipinas	Trampas para cultivo de crustáceos : permiso municipal (no arriendos)	\$1
India	Población de ostras perlíferas en estado natural (sin arriendos para el cultivo)	—
Indonesia	Ninguno de los bivalvos (el Ministerio de Agricultura está coordinando iniciativas interministeriales para promulgar legislación sobre maricultura)	—
Malasia	Almejas	\$25
Papua Nueva Guinea	Ostras (la aldea es propietaria de las áreas costeras)	Sin cargo
Singapur	Todos los cultivos flotantes en las áreas costeras	\$500
Sri Lanka	Ninguno de los bivalvos (sin arriendos)	—
Tahiti	Mejillones verdes, ostras perlíferas ( <i>Pinctada margaritifera</i> )	Simbólico
Tailandia	Todos los cultivos de moluscos (almejas, mejillones, ostras)	\$3-4

<sup>a</sup> Todos los gastos han sido convertidos a \$US/ha-año.

<sup>b</sup> nd = cifras no disponibles.

miento de alimentos en Australia, India y Sabah, y la contaminación ha estado vinculada con períodos de intensas lluvias.

Puesto que los bivalvos filtran su alimento, pueden acumular niveles tóxicos de contaminantes en sus cuerpos. Por ello, son esenciales programas sanitarios y de control de calidad algunos de los cuales ya están en curso : por ejemplo, las Recomendaciones Normalizadas de Nueva Zelanda para el Procesamiento, Almacenamiento y Transporte de Moluscos y el Programa Nacional de Saneamiento de Mariscos instituido por el Servicio de Salud Pública del Ministerio de Salud, Educación y Bienestar de Estados Unidos.

La mayoría de los países reconoce la importancia del control de calidad; sin embargo, las restricciones de personal hacen poco probable la introducción de medidas eficaces contra la contaminación. En la práctica, tal vez sea más factible un programa para verificar los niveles contaminantes en el punto final — las ventas — que en los sitios de cultivo, si bien no sustituye los controles que se necesitan. Se debe educar a los consumidores mediante folletos que describan la mejor manera de ocuparse de los bivalvos y capacitar al personal en los métodos sanitarios. También se debe ampliar el control de calidad de las importaciones y exportaciones de mariscos, para que los productos satisfagan normas razonables.

Para comercializar bivalvos frescos con concha, hay que eliminar los contaminantes y las toxinas. Uno de los métodos sencillos para lograrlo es poner los animales en aguas impolutas o esterilizadas bajo control. Comercialmente se practican diversos métodos de esterilización del agua : clorinación, ozonización y radiación ultravioleta (RU). El método de RU es probablemente el más adecuado para la región Asio-Pacífica ya que no tiene efecto residual, es fácil de aplicar y es comparativamente económico.

En algunos países, las bajas ventas de bivalvos frescos son reflejo parcial de que su calidad no inspira confianza. Así pues, las medidas de control de calidad deberían eventualmente elevar la aceptación del consumidor y el consiguiente aumento de ventas equilibraría los gastos que representan dichas medidas. En algunas regiones quizás sea necesaria la purificación obligatoria para todos los bivalvos, naturales o cultivados, destinados al consumo humano.

#### **OPERACIONES POSTCOSECHA, DURACIÓN ALMACENADA, Y ALMACENAMIENTO**

En todos los países las operaciones postcosecha se llevan a cabo manualmente y el único lugar que necesita mecanización es Singapur donde se manipulan grandes cantidades de mejillones. Singapur está tratando de mecanizar varias operaciones,



*Mejillones frescos empacados en sacos de yute húmedos.*

incluyendo la separación de los mejillones en racimo, de los hilos de biso y el despellejamiento de la carne cocida. Otra opción es el uso de vapor para facilitar la apertura de la ostra.

La duración almacenada de los bivalvos frescos podría extenderse mediante diversas formas de almacenamiento en seco y húmedo.

#### **DATOS DE PROCESAMIENTO Y NUTRICIONALES**

Los bivalvos ingeridos en los países representados en la reunión se preparan cocidos o en escabeche. Debido a su naturaleza perecedera, los bivalvos frescos no se encuentran fácilmente en las zonas continentales. Se recomienda el ahumado y secado de la carne como un medio relativamente barato de conservación que pondría el producto a disposición en dichas regiones. Con instalaciones de refrigeración, la carne cocida podría ser refrigerada en bloques o porciones individuales. Algunos países han manifestado su interés en el uso de la carne de bivalvos cuyas conchas se utilizan normalmente en la industria conchífera, p. ej. *Placuna placenta*.



*Mejillones congelados en bloque e individualmente.*

### **ECONOMÍA**

En muchos países de la región, el cultivo de bivalvos no ha sido una empresa acuicultora importante en términos de volumen, alimentos producidos, recursos empleados en la producción o ingresos netos recibidos por los productores. Esto se debe tal vez a que hasta recientemente hubo pocos esfuerzos para investigar los bivalvos tropicales existentes y aumentar el conocimiento científico y técnico sobre su cultivo. Sin embargo, actualmente hay sistemas comerciales en operación y se estudian otros con la esperanza de adecuarlos para tal fin.

En muchos casos, todavía no existe información detallada sobre las relaciones insumo-producción biológicas y técnicas de tipos específicos de cultivo de bivalvos, ni se ha desarrollado toda la gama de alternativas de cultivo. La escasez de información sobre análisis económicos es particularmente aguda. Los datos financieros sobre cultivo y pesca son escasos, así como la documentación sobre mercados, cantidades y combinaciones de insumos para la producción, o mercados para el producto.

Las principales preocupaciones económicas incluyen mercados, técnicas de producción, uso de mano de obra y capital, desarrollo de viveros, operaciones experimentales vs operaciones comerciales, uso comparativo de recursos, permisos,

tecnología postcosecha, niveles de cultivo, y producción privada vs producción social :

- Mercado. El limitado mercado para los bivalvos comestibles fuera de las almejas naturales o cultivadas es un poderoso factor económico disuasivo para una mayor producción de bivalvos. Los bivalvos tienen un precio relativamente bajo y se encuentran en las etapas preliminares de aceptación como alimento. Si bien existe una creciente demanda a largo plazo para la proteína en Asia, la investigación debe concentrarse en las especies que tienen aceptación comercial conocida. Aumentar el cultivo y mejorar la aceptabilidad de las especies actualmente consumidas son el mejor método de elevar la producción y utilización a largo plazo de una gama más amplia de especies bivalvas.
- Técnicas de producción. Además de la variedad de especies, existe una amplia variedad de técnicas de cultivo. Más importante para los fines económicos es la existencia de una amplia gama de alternativas en términos de insumo de material, mano de obra, secuencia de operaciones y diseño para técnicas especiales de cultivo. En el desarrollo de las prácticas de cultivo, se deberían considerar los costos e ingresos de todas las alternativas posibles para cada componente principal en la práctica total.

- **Uso de mano de obra y capital.** Dados los mercados relativamente limitados de algunos bivalvos, los bajos precios del mercado local (en relación con los peces de aleta), y que en Asia el costo de la mano de obra es generalmente más bajo que el del capital, las prácticas de cultivo intensivas en capital quizás tendrían menos posibilidad económica que las que emplean relativamente más mano de obra. Esto dependerá, por supuesto, del ambiente biológico, de los precios relativos de capital y mano de obra y de la competencia de otras actividades de producción para los insumos (particularmente agua).
- **Desarrollo de viveros.** El suministro de semillas es una dificultad seria en varios países (Cuadro B), habiéndose contemplado el establecimiento de viveros gubernamentales o comerciales como medio para garantizar los suministros. Sin embargo, los costos de establecimiento y protección del asentamiento durante el transporte del vivero al sitio de cultivo deben ser ponderados contra los costos de identificar fuentes alternativas de semilla natural. Tanto los sitios de desove como el período y duración del asentamiento necesitan un mayor estudio.
- **Operación experimental vs comercial.** En países donde ya existe un cultivo comercial, se debe evaluar su eficiencia económica en el uso de los recursos. Dicha evaluación entrañaría el análisis económico (más que el simple análisis financiero) de las ganancias por uso del agua, mano de obra y capital en la operación de cultivo comparadas con las ganancias potenciales o reales de usos alternativos. Si el cultivo comercial apenas está siendo introducido en un país, los investigadores deberán supervisar las operaciones y registrar las desviaciones respecto de las recomendadas en el diseño experimental. Se deberá examinar cualquier brecha existente en la producción entre el operador comercial privado y la práctica experimental, y se deberá mejorar la producción con aplicaciones de la nueva tecnología o la tecnología actual no utilizada por el operador comercial.
- **Uso comparativo de recursos.** En el desarrollo de los sistemas de cultivo de bivalvos y el fomento de su práctica, los retornos económicos de los recursos utilizados (agua, capital y mano de obra) comparados con los ingresos procedentes de actividades alternativas de producción, constituirán un factor importante en la adopción comercial. La policultura podrá constituir un medio de maximizar tanto los ingresos biológicos como financieros, pero el potencial de las inversiones en sistemas de policultura deberá ponderarse contra el potencial de las inversiones en expansión del monocultivo existente.
- **Licencias.** Las tarifas de los permisos para el cultivo de bivalvos varían ampliamente en la región (Cuadro C), desde nada hasta \$250/0,5 ha anualmente. La tarifa le permite al estado obtener algunos ingresos por su recurso — el sitio de producción. Desde un punto de vista económico, la tarifa debería igualar al monto con que contribuye el sitio a la producción. El principio detrás del costo de la tarifa es similar al de los salarios o el arriendo. Sin embargo, la tarifa no debe ser inicialmente tan alta que disuada a los principiantes de emprender el cultivo de bivalvos, particularmente en sitios que no se usan para otros fines.
- **Tecnología de postcosecha.** En razón del mercado local a menudo limitado para los bivalvos frescos, se requiere cierto manejo y procesamiento postcosecha y que las operaciones sean tan sencillas y baratas como sea posible, permitiendo a la vez una productividad razonable y un nivel de calidad relativamente alto. La investigación que desarrolla tecnología apropiada para las operaciones postcosecha, especialmente purificación, y que perfecciona los métodos convencionales de descarte, cocción, asado y secado, representa potencialmente altas utilidades. La obtención de un producto sanitario de alta calidad ayudaría a eliminar el prejuicio contra los bivalvos como alimento humano y les permitiría ser una fuente proteica relativamente barata que podría competir con otras fuentes relativamente costosas.
- **Niveles de cultivo.** La economía de una operación relativamente intensiva en capital, ejemplificado por Singapur, necesita ser comparada con un tipo intermedio de cultivo que haga hincapié en costos de capital bajos y alta utilización de mano de obra. Dicha comparación, junto con estudios de mercado, podría ayudar a los productores potenciales a determinar la viabilidad de los dos tipos de cultivo en regiones donde el cultivo de bivalvos todavía no se ha introducido.
- **Producción privada de bivalvos vs social.** En algunas regiones, los gobiernos podrían considerar el cultivo de bivalvos como medio para alcanzar objetivos sociales; por ejemplo, para producir proteínas para un grupo específico de personas en una sociedad. Los análisis económicos podrían ayudar a los formuladores de políticas a determinar el método más barato de lograr

un objetivo particular. Si bien el objetivo social puede excluir la producción lucrativa, se debería tratar de alcanzarlo para minimizar sus costos.

Las prioridades para una investigación económica sobre el cultivo de bivalvos entrañan estudios para definir mercados potenciales locales, regionales e internacionales para varias especies.

Estos estudios deberán asimismo ayudar a definir el valor comercial de las diferentes especies, los principales factores detrás de la demanda de las diferentes especies y, por consiguiente, su crecimiento comercial potencial con el transcurso del tiempo. Dichos estudios son particularmente importantes para especies cuyo cultivo se está investigando o planificando, pero para las cuales el mercado no está aparentemente preparado.

*INFORMES DE  
PAÍSES*



## BANGLADESH

### *Masud Ahmed Ministerio de Pesca y Ganadería, Gobierno de la República Popular de Bangladesh, Dhaka, Bangladesh*

Bangladesh posee abundantes recursos naturales, entre ellos los bivalvos que producen carne rica en proteínas, conchas ricas en calcio, y perlas. Dado que Bangladesh es un país ribereño, posee muchos estanques, lagos, canales y ríos que producen mejillones de agua dulce, miles de los cuales se recolectan anualmente. De acuerdo con una encuesta realizada por la East Pakistan Small Industries Corporation (actualmente la Bangladesh Small Industries Corporation), en 1964 se produjeron aproximadamente 165 kg de perlas rosadas naturales, cuyo valor ascendía a unos Tk 1,4 millones (Tk 19 = US \$1). El número de centros de recolección de perlas y mejillones de Bangladesh en 1964 ascendía a 98 : 8 en Bogra, 4 en Rajshahi, 9 en Pabna, 7 en Faridpur, 3 en Dhaka, 40 en Mymensingh, y 24 en Sylhet.

Los bancos de capiz cerca de Cox's Bazar cubren una superficie aproximada de 220 ha. Si bien las perlas de estas ostras son generalmente blancas e inferiores, las conchas se utilizan para varios fines. La carne de éstas y otras ostras sirve de alimento a la población local y puede tener potencial para su exportación. Las ostras comestibles se encuentran principalmente en el canal Maikhali (Bahía de Bengala) y en los ríos Bakkali y Naf en el distrito de Chittagong. El banco más grande (33 ha) se encuentra en Gotibhanga en el canal Maikhali. Las especies comerciales de ostras comestibles que se encuentran cerca de Cox's Bazar pertenecen a la especie *Crassostrea* y *Ostrea*.

En los comienzos de los años 60, el gobierno percibió el potencial del cultivo de perlas y de mejillones e inició un proyecto para investigar la pesca de capiz y el cultivo artificial de ostras perlíferas en Cox's Bazar. Al mismo tiempo, se estableció un grupo malacológico bajo la Estación de Investigaciones Pesqueras de Agua Dulce de Chandpur en el distrito de Comilla y, durante el período 1975-80, se llevó a cabo en el distrito de Tangail un proyecto piloto sobre el cultivo de mejillones perlíferos. Hasta la fecha, la investigación ha producido información esencial sobre la biología, ecología y dinámica de la población de los bivalvos. Se ha llegado a conclusiones útiles relacionadas con :

- El cultivo de perlas y mejillones. Por ejemplo, se clasificaron los mejillones de agua dulce (variedad Obsesa) por longitud : 5 cm, 5-7,5 cm, 7,5-10 cm, y > 10 cm; los pertenecientes a los primeros tres grupos fueron criados en recintos hechos de estaquillas de bambú de 0,9-m clavados en el barro a 15 cm de profundidad. Este sistema resultó ser muy eficaz; permite la circulación del agua y la navegación entre los recintos y se pueden recolectar y pescar mejillones maduros rápidamente. Los mayores de > 10 cm se recolectan para extraerles las perlas.
- Causa de la formación perlífera. En aproximadamente 6% de los mejillones se producen perlas naturales y la investigación sugiere que la tensión en los puntos de adherencia de los músculos aductores hace que la concha descargue sustancias polvorientas o partículas de concha que caen sobre el manto; es a partir de estos gránulos que se forman las perlas.
- Frecuencia de la formación de embriones de perlas en los mejillones de agua dulce. El examen de 1791 mejillones de agua dulce reveló que el 6% contenía embriones de perlas.
- Taxonomía de los mejillones de agua dulce. Los estudios realizados sobre mejillones en cinco distritos revelaron siete tipos o variedades diferentes. (Estos resultados todavía no han sido confirmados).
- Fecundidad y longevidad de las larvas de mejillones. Se ha descubierto que los mejillones hembras producen más de 100.000 huevos y que las larvas viven menos de 45 horas en agua de estanque.
- Cultivo de perlas inducido o forzado. En los esfuerzos realizados para forzar la formación de perlas, se probaron perlas esféricas, los ojos de pequeños peces y pequeñas piezas de manto como núcleos, pero solamente produjeron perlas las piezas cortadas del manto y la mortalidad de los mejillones fué muy elevada (aproximadamente el 90%).

Dado el escaso progreso alcanzado hasta la fecha en el cultivo artificial de perlas en los mejillones de agua dulce y en las ostras marinas, se contrató a un consultor en mariscos que está trabajando actualmente en el país.

**Nie Zhong-Qing Administración Pesquera Nacional, Instituto de Investigaciones Pesqueras del Mar Amarillo, Qing Dao, China**

China tiene aproximadamente un litoral de  $1,8 \times 10^4$  km, grandes islas y numerosos archipiélagos (en los mares del este de la China y de la China meridional). El litoral principal se extiende desde la zona templada al norte hasta las zonas subtropical y tropical al sur. Existen playas intermareales y bajíos y mares de aguas poco profundas a lo largo de toda la costa, lo que brinda a la maricultura una superficie aprovechable de aproximadamente  $2 \times 10^6$  ha.

El cultivo de bivalvos en China tiene una larga historia y ocupa una importante posición en la maricultura moderna. La ostricultura comenzó en la dinastía Han hace unos 2000 años y puede haber igualado a la ostricultura europea durante el antiguo período romano. El *Yelikou* (Manual de Ostricultura), escrito por Zhen Hongtu de la dinastía Ming (1368-1644 AD), daba una información práctica y sistemática sobre la ostricultura. La cría de otras especies de bivalvos, como las diversas almejas, también se remonta a la antigüedad. Por ejemplo, en el *Compendio de Ciencias Médicas*, escrito por el famoso médico Li Shizen de la dinastía Ming, figura el cultivo de las almejas.

Bajo el gobierno de la República Popular China, se ha prestado mucha atención y apoyo a la acuicultura. Se han establecido estaciones experimentales y se ha estimulado a los científicos a unirse a equipos de trabajadores para desarrollar dicha actividad. Actualmente se cultivan con éxito a lo largo de la costa más de 10 especies de bivalvos. Los grupos principales son ostras, mejillones, almejas, ostras perlíferas, veneras, y almejas de concha dura. La superficie dedicada al cultivo en 1978 fue aproximadamente de  $1,48 \times 10^5$  ha :  $6,5 \times 10^4$  ha para el cultivo intensivo y

$8,3 \times 10^4$  ha para el cultivo extensivo. En el mismo año el rendimiento de bivalvos fue de aproximadamente  $2,0 \times 10^5$  t, es decir un 44% del rendimiento total de maricultura.

Esta producción incluía  $3,0 \times 10^4$  t de ostras (carne fresca),  $9,0 \times 10^4$  t de mejillones,  $4,0 \times 10^4$  t de almejas (*razor clams*),  $4,0 \times 10^4$  t de berberechos y una pequeña cantidad de otras almejas.

El cultivo de bivalvos no está desarrollado extensamente en las provincias de Fujian, Guangdong, Zhejiang, Shandong o Lianoning. Sin embargo, recientemente ha comenzado el cultivo de ostras perlíferas en Guangdong y Guangxi, y se utilizan las aguas costeras de Liaoning y Shandong para el cultivo de mejillones y veneras. Allí el cultivo de mejillones lleva unos 20 años, pero el de veneras es reciente. En el sur, las ostras, las almejas (*razor clams* y *small necked clams*) y los berberechos se llaman "los cuatro famosos cultivos de bivalvos". Con el transcurso de los años se han obtenido grandes conocimientos sobre su cultivo.

En el Sur el método tradicional es el cultivo de fondo en la zona intermareal. En el norte, los mejillones y veneras se cultivan en balsas flotantes a partir de semilla natural. Estos bivalvos se crían y pescan sin mucho esfuerzo.

### OSTRAS

Las especies de ostras que se cultivan más comúnmente son la *Crassostrea plicatula* y la *C. rivularis*. Existe también un cultivo en pequeña escala de *C. talienwhensis* en las penínsulas de Liaodong y Shandong. El cultivo de *C. plicatula* se realiza principalmente en Fujian y Zhejiang, y el de *C. rivularis* en Guangdong. El rendimiento de *C. plicatula* es muy alto y representa aproximadamente unas cinco sextas partes del rendimiento total de las ostras cultivadas.

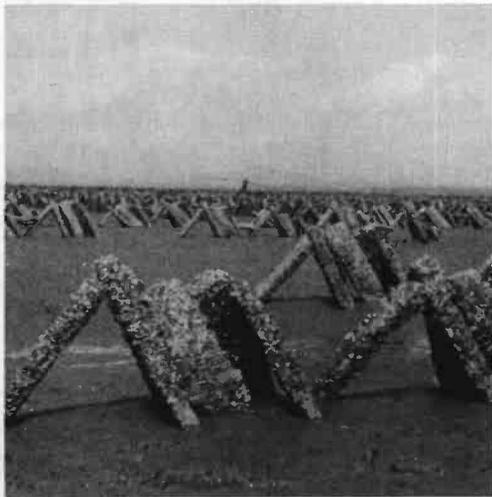
La *Crassostrea plicatula* es una especie común que se halla a lo largo de la costa. Crece rápidamente, con un período de cultivo breve. Produce semillas o embriones todo el año máximo asentamiento en mayo y septiembre. Los métodos típicos de cultivo son el de estaca de bambú en las regiones norte y este de Fujian y el método puente de piedra en la región meridional de Fujian. El

<sup>1</sup> Este informe del país está basado sobre dos ponencias presentadas durante el seminario. El informe principal fue presentado por el Sr. Nie. El anexo sobre las técnicas de ostricultura en Guangdong fue presentado por el Sr. Qiu Li-Qiang, del Instituto de Investigaciones Pesqueras del Mar de la China Meridional, Singanglu, Hai Zhu Qu, 2389 Canton.

primero es eficaz cuando el fondo es blando. Las estacas de bambú de 1,2 m de longitud y 1,5 cm de diámetro se plantan en los bajos pelágicos antes del máximo asentamiento con manojos de 4-5 estacas de bambú. Los manojos se colocan regularmente en hileras. Aproximadamente el  $1,5-1,8 \times 10^5$  de estacas/ha se utiliza como colectores de semillas que se entresacan una o dos veces durante el período de crecimiento de modo que para la recolección hay unas  $1,2-1,5 \times 10^5$  estacas/ha. El asentamiento de mayo requiere de 11 a 15 meses para crecer hasta un tamaño de recolección y el de septiembre de 16 a 18 meses. El rendimiento promedio es de 60 t/ha, pero algunos rendimientos alcanzan a veces 110 t/ha. La época de cosecha es en invierno y primavera.

El método de puente de piedra se utiliza en los fondos fangoso-arenosos. Los puentes hechos de barras de piedra (80 cm  $\times$  20 cm  $\times$  8 cm de diámetro) recolectan las semillas en los bancos pelágicos en mayo y junio. Durante el período de crecimiento (7 a 12 meses), los puentes se trasladan periódicamente para asegurar provisiones abundantes de alimentos para las ostras. Se pueden colocar quince mil barras de piedra en 1 ha y el rendimiento promedio es de 30 t/ha, aunque algunas veces alcanzan las 80 t/ha.

La *Crassostrea rivularis* vive en estuarios de baja salinidad y se cultiva principalmente en el fondo. Para recolectar las semillas se utilizan la grava, conchas de ostra y láminas de cemento (17-24 cm  $\times$  14-19 cm) o barras (40-80 cm  $\times$  6 cm  $\times$  4 cm de diámetro). Las dos últimas, introducidas en los años 1960, se refuerzan con el bambú que se incrusta en el cemento. Son más livianos que los otros colectores, tienen una superficie más grande para la fijación de larvas y no son fácilmente cubiertos por sedimentos. El



Método de cultivo puente de piedra.

ciclo de cultivo tiene tres fases: recolección de semillas, cría de adultos y engorde. El máximo asentamiento ocurre en junio-agosto cuando la salinidad se encuentra en su grado mínimo y la temperatura en su grado máximo durante el año.

Desde comienzos de los años 60, los científicos del ramo han ayudado a los ostricultores a predecir exitosamente el momento apropiado para eliminar los colectores. Los criterios utilizados son el número de postlarvas pelágicas en el agua y las condiciones hidrográficas (salinidad 7,0-17,5 ppt y temperatura 26-29°C). Las postlarvas se asientan durante la marea baja a una profundidad de 10 m con una densidad máxima dentro de los 0,4 m del nivel mareal más bajo. Este método de predicción ha asegurado un rendimiento estable.

La superficie de cultivo se divide habitualmente en bloques rectangulares y los colectores de larvas se colocan en hileras. Habitualmente existen  $3,0-3,8 \times 10^4$  barras de cemento ó  $1,0-1,4 \times 10^5$  láminas de cemento/ha. El período de crecimiento de la *C. rivularis* es de 3-4 años. Antes de la recolección se trasladan las ostras a aguas fértiles para unos meses de engorde. El rendimiento es de 45-110 t/ha.

Debido al daño potencial ocasionado por los tifones, la ostricultura en el sur se ha limitado al cultivo tradicional de fondo. Sin embargo, recientemente se ha demostrado el potencial del cultivo experimental en balsa que da un rendimiento más alto en un período más corto. Una balsa de 84 m<sup>2</sup> produce el mismo rendimiento en dos años que 667 m<sup>2</sup> de cultivo de fondo en 4. Además, las balsas resisten los tifones mejor de los que se esperaba.

## MEJILLONES

Existen tres especies comerciales de mejillones en China : el mejillón común (*Mytilus edulis*), el mejillón negro (*M. crassitesta*), y el mejillón verde (*M. smaragdinus*). El mejillón común se encuentra en las penínsulas de Liaodong y Shandon al norte, y el mejillón negro desde los mares Bohai y Amarillo hasta el mar de la China oriental. Las poblaciones naturales de mejillón negro son históricamente bastante abundantes, especialmente en Zhejiang y al norte de Fujian. El mejillón verde está distribuido en la región meridional del mar de China oriental y en el mar de China meridional. El mejillón negro es el más grande (conchas de 20 cm de largo), y el mejillón común el más pequeño (conchas de 12 cm de largo). El mejillón común es la especie más extensamente cultivada, mientras que el mejillón verde se cultiva en menor escala en Guangdong.

El cultivo de mejillones en China comenzó en las postrimerías de los años 50. Los mejillones



*Cultivo de mejillones.*

crecen rápidamente, tienen un ciclo de cultivo corto y producen un alto rendimiento. Al comienzo, las semillas eran bastante escasas, pero a medida que aumentó la escala de cultivo, el número de semillas naturales aumentó rápidamente. Las principales regiones de cultivo se encuentran en Shandong y Liaoning. El cultivo artificial se ha extendido exitosamente a Zhejiang y a la región septentrional de Fujian.

El cultivo de mejillones utiliza las mismas perchas flotantes que se utilizan para el cultivo de la *Laminaria* (alga marina). La percha consiste en una cuerda de 60 m de largo y de flotadores de vidrio o plástico de 28 cm de diámetro. Está anclada con grandes bloques de cemento o estacas de madera. Cada cuerda flotante es una unidad de cultivo y se cuelgan de cada línea aproximadamente 100 cuerdas de mejillones. Las cuerdas utilizadas para criar mejillones adultos son aproximadamente de 1,5-2,0 m de largo.

El cultivo de mejillones es más sencillo que el de otros bivalvos y se puede dividir en dos etapas: siembra y cría. Las semillas de mejillones se recolectan en la naturaleza. Las dos épocas de desove principales son abril y finales de septiembre. El primero produce muchos más huevos que el segundo y por tanto es la fuente principal de semilla. La producción del segundo depende de

la temperatura del invierno que le sigue. En la zona costera del norte, los miles de cuerdas utilizadas para el cultivo de la *Laminaria* y del mejillón son buenos colectores para las semillas de mejillón. En algunas zonas productivas (por ejemplo, dentro de una bahía), se utilizan nuevas balsas y cuerdas para recolectar la semilla.

Las conchas de los mejillones jóvenes de las semillas de abril pueden crecer más de 1,5 cm hacia julio o agosto cuando se trasplantan a la percha de cultivo y se envuelven alrededor de las sartsas de mejillones con pedazos de red. Estas redes pueden sacarse después de 1 a 2 días.

Existen dos ciclos de cultivo. Uno de aproximadamente 8 meses — de verano a marzo — época para la cual las conchas de mejillones tienen algo más de 4,5 cm de largo, y otro de aproximadamente un año — de verano a agosto — cuando las conchas de mejillones tienen algo más de 6 cm de largo. La mayoría de los cultivadores adopta el ciclo más corto y recolecta en la primavera cuando la densidad debería ser aproximadamente de 1000-1200 individuos/m de cuerda. En verano, las densidades de recolección ascienden a 600-700/m. Las densidades afectan el rendimiento total y la calidad, y los rendimientos varían considerablemente entre las áreas marinas registrando diferentes productividades. Sin



*Cultivando almejas (Solenidae).*

embargo, el rendimiento de la recolección de primavera es generalmente de 0,6 t/cuerda y en algunas regiones alcanza alrededor de 1,5 t. El rendimiento de la recolección de verano puede llegar hasta 66% más, pero es vulnerable a las tormentas o tifones de verano.

Debido a que la semilla natural de mejillón fue escasa durante la primera etapa de su cultivo en China, los científicos trabajaron en el desarrollo de técnicas prácticas para el cultivo artificial de semillas. En 1973, uno de los tanques experimentales produjo  $2,8 \times 10^6$  de semilla/m<sup>3</sup> de agua marina. Se estudió el cultivo de semillas, la alimentación y las técnicas de manejo, y se recopiló una cantidad considerable de datos útiles. Con el enorme aumento de la semilla natural en las regiones del norte, el cultivo artificial solo es importante actualmente en Zhejiang, Fujian, y Guangdong.

### *SINONOVACULA CONSTRICTA*

La *Sinonovacula constricta* (almeja tipo *razor clam*) solo se encuentra en las frías aguas de China y Japón, en bahías donde hay entrada de agua dulce. Estas almejas habitan los bajos pantanosos intermareales medios y bajos y se las puede encontrar en todas las regiones de la China. Son las especies principales de bivalvos cultivadas en Fujian y Zhejiang y representan más de la mitad del total de bivalvos cultivados en las dos provincias. Estas almejas constituyen una fuente importante de ingresos y se han desarrollado técnicas de cultivo intensivas.

Durante mucho tiempo el desarrollo del cultivo de estas almejas estaba limitado por la producción de semillas naturales. En las postrimerías de los años 50, los científicos chinos del ramo desarrollaron un procedimiento para pronosticar la mejor época para la recolección de semillas con lo que aumentó considerablemente la producción. El procedimiento de predicción está basado en la observación de la época de descarga sexual intensiva de las poblaciones reproductoras y el examen del agua marina con objeto de determinar el número de postlarvas que están casi listas para asentamiento (la etapa de la larva pelágica dura de 6 a 10 días). Antes del asentamiento de las postlarvas, se sueltan los bancos de semilla en el sitio. La época de desove va de finales de septiembre a enero, con la mayor intensidad de mediados de octubre a mediados de noviembre. La descarga sexual intensiva ocurre habitualmente al final, pero algunas veces al comienzo, de una marea de primavera.

La semilla se recolecta y siembra en las camas de cultivo de enero a marzo del año siguiente. La cantidad depende del tamaño del bivalvo, la condición del sustrato, el nivel de la marea y la temporada. Generalmente el tamaño adecuado de semillas/ha es de  $9-18 \times 10^6$  l-cm. Con manejo apropiado, se pueden recolectar en agosto del mismo año. El tamaño comerciable es de aproximadamente 5 cm de longitud de concha. El rendimiento promedio es de 15-22 t/ha. Algunas veces se les permite crecer hasta marzo o abril del año siguiente. Entonces rinden, término medio, 30-37 t/ha; se han registrado rendimientos de hasta 82,5 t/ha.



*Tamizando las larvas del berberecho.*

### **ARCA (ANADARA) GRANOSA**

Los berberechos *Arca (Anadara) granosa* constituyen una de las principales especies cultivadas en Shandong, Zhejiang, Fujian y Guangdong y son los mariscos preferidos en muchas regiones costeras de la China meridional. Estos habitan los bajíos pantanosos y blandos de los estuarios y bahías donde los vientos y las olas son débiles y las corrientes mareales, así como la afluencia de agua dulce, no están obstaculizados. La temporada de desove es julio–septiembre. Las semillas se asientan sobre los bajíos pantanosos de arena fina donde la acción de las olas es débil — habitualmente en las zonas intermareales medianas y bajas.

El ciclo de cultivo es más largo que el de los demás bivalvos cultivados en China. Como no poseen sifones, solo pueden vivir en las capas superficiales del bajío fangoso; por consiguiente, tanto las temperaturas glaciales como la exposición al sol pueden matarlos. También sufren el ataque de numerosos depredadores carnívoros. Estos riesgos exigen un manejo cuidadoso. En el cultivo tradicional, se crían las semillas naturales y luego se cultivan en estanques de agua cerrados. Son raleadas varias veces y trasplantadas a terrenos de cría en la zona mareal más baja.

Hasta que las semillas se convierten en bivalvos jóvenes, pasa aproximadamente un año (800 coquinas/kg), y otros 2–3 años hasta que alcanzan los 2 cm, que es el tamaño comerciable (120 coquinas/kg). El rendimiento es de 22,5–60 t/ha. La recolección se realiza habitualmente en invierno

no para satisfacer la demanda del mercado debida al festival chino de la primavera.

En el último decenio, su cultivo ha declinado rápidamente, debido principalmente a los cambios registrados en la condición de los bajíos fangosos costeros. Se han perdido muchas zonas tradicionalmente productivas para la cría de semillas, especialmente en Guangdong, Fujian y Zhejiang y, por consiguiente, actualmente se realizan experimentos artificiales de cría de semillas.

### **TAPES PHILIPPINARUM**

Las almejas de este tipo (*Tapes philippinarum*) se encuentran en China, Japón y Filipinas en playas arenosas y fangosas de las zonas intermareales y en el fondo de las aguas superficiales cercanas a los estuarios. Las poblaciones naturales son abundantes en algunas regiones de las penínsulas de Liaodong y Shandong y sirven de sostén a la pesca local. Estas almejas constituyen uno de los bivalvos importantes cultivados en Fujian. Su época de desove es octubre–noviembre. Las larvas pelágicas viven en el agua durante unas dos semanas y luego se sumergen hasta el fondo para metamorfosearse. Los sitios de asentamiento son las zonas mareales bajas de los pasos de agua en las bahías.

Las camas de cultivo se sueltan y suavizan poco antes del asentamiento de las semillas. Las semillas crecen hasta convertirse en almejas jóvenes (0,5 cm) en abril o mayo y entonces son recolectadas y cultivadas durante otro año para producir semillas de almejas de 1,4 cm que son sembradas

en las camas de cultivo. El número de semillas sembradas es aproximadamente de  $1,8 \times 10^6$ /ha. Para que las almejas crezcan hasta alcanzar tamaño comerciable (3,5 cm) debe pasar aproximadamente un año. La recolección tiene lugar en la primavera o el verano y el rendimiento es aproximadamente de 18,7 t/ha, pero algunas veces asciende hasta 45 t/ha.

Antes de 1975, el cultivo de estas almejas se vió obstaculizado por una escasa provisión de semillas, pero los científicos de Fujian desarrollaron una técnica para la cría artificial de las semillas que ha incrementado la producción. El trabajo de cría se realiza en el campo, en la zona intermareal inferior. Se utilizan estanques superficiales con varias hectáreas de fondo blando. Se eliminan las plagas, enemigos y algas marinas, después de lo cual el agua del estanque se fertiliza e inocula con *Chaetoceros muelleri*, un buen organismo alimenticio para las larvas de bivalvos. La espermatozoos y los huevos se obtienen de almejas maduras a las que se induce artificialmente a la descarga sexual, introduciéndolas posteriormente en los estanques. A veces se añade la leche de soya como suplemento para el desarrollo y la metamorfosis. Cada estanque puede criar de dos a tres lotes en una temporada de reproducción. En un estanque de 1-ha se pueden recolectar aproximadamente  $7,5-15,0 \times 10^6$  de semillas de almejas (0,5 cm de largo).

### CHLAMYS FARRERI

El músculo aductor de la venera, conocido como gan-bei, es considerado un artículo de lujo entre los mariscos en China. Habitualmente se seca y se vende. La especie más importante de venera en China es la *Chlamys farreri*, que se encuentra en estado natural en las penínsulas de Liaodong y Shandong. Habita el fondo marino en áreas que tienen corrientes rápidas y alta salinidad, desde un nivel mareal bajo hasta una profundidad de 20-m. Las adultas tienen conchas de 6-9 cm de alto. La pesca regular se está haciendo cada vez más difícil por la disminución de las poblaciones naturales.

El cultivo de este bivalvo en China comenzó hace pocos años, pero se desarrolló rápidamente. Generalmente se utilizan perchas flotantes y jaulas de malla plástica. Las perchas son similares a las utilizadas para el cultivo de *Laminaria* y mejillones. Algunos cultivadores prefieren perforar las conchas, ensartar las veneras juntas y colgarlas de las perchas. Cada percha rinde aproximadamente 750 kg de veneras comerciables. La mezcla de cultivos de veneras y *Laminaria* — colgar las sartas de veneras entre las de *Laminaria* — ha resultado exitosa, incrementando el rendimiento

total de los productos orgánicos de una zona marítima determinada.

La temperatura óptima para el crecimiento de la *C. farreri* es de 12-20°C. Temperaturas inferiores a los 5°C detienen el crecimiento. El ciclo de cultivo desde las semillas hasta el tamaño comerciable (6-7 cm) dura aproximadamente de 1,5 a 2 años.

Actualmente, la mayor parte del cultivo depende de las semillas criadas artificialmente mediante técnicas desarrolladas en 1974. Las veneras desovan en mayo-junio y a fines de septiembre. Habitualmente se pueden criar las larvas en ambiente cerrado hasta un tamaño de 600  $\mu$ m, con un rendimiento de  $3,0-4,0 \times 10^5$  de semillas/m<sup>3</sup> de agua marina. Luego son transferidas al mar en jaulas enmalladas para su desarrollo como semillas (1 cm de alto). El índice de supervivencia de esta etapa es bajo (10 al 50%).

Con el rápido desarrollo de su cultivo, las semillas naturales han incrementado en algunas zonas. Por ejemplo, en Changdao de Shandong, cada bolsa de polietileno para recolectar semillas (35 cm  $\times$  23 cm) suspendida de una percha flotante rinde de 300 a 500 veneras jóvenes. Si las semillas naturales continúan aumentando, tal vez la cría artificial no sea necesaria.

Otra especie (*C. nobilis*) ha sido cultivado recientemente en la China meridional. Es más grande y crece más rápidamente que la *C. farreri* y puede alcanzar una altura de concha de 12 cm. Se ha cultivado comercialmente al sur de Fujian y Guangdong. El ciclo de cultivo dura aproximadamente 1,5 años y las veneras llegan al tamaño comerciable cuando sus conchas alcanzan los 7 cm de altura. El rendimiento es de aproximadamente 750 kg/cuerda y todas las veneras cultivadas en Guangdong pueden ser exportadas directamente a Hong Kong.

Las perchas y métodos utilizados para el cultivo de *C. nobilis* son similares a los usados con otras veneras en el norte. La principal diferencia es que, para evitar el daño de los tifones durante los meses de mayo a octubre, los cultivadores atan piedras a las cuerdas para sumergirlas 2 m por debajo de la superficie del agua. Este anclaje es similar a las medidas tomadas en algunas zonas del norte de la China para proteger las algas marinas del congelamiento durante el invierno.

### OSTRAS PERLIFERAS

Las perlas, utilizadas como adorno y como un raro remedio chino, se encuentran solamente en Guangdong y Guangxi. Entre las pocas especies comercialmente importantes, la *Pteria (Pinctada) martensii* es la más abundante y probablemente la que se conoce como madreperla en la historia

china. Si bien el cultivo artificial de este bivalvo es reciente, muchos criaderos perlíferos son actualmente administrados por el Estado y grupos colectivos en Guangdong y Guangxi. Se han realizado grandes logros en la cría artificial de embriones de ostras, cultivo de adultos, técnicas para inducir la formación perlífera y la utilización directa de la sustancia nacarada.

La *Pteria (Pinctada) maxima* de la isla de Hainan es la más grande de las ostras perlíferas. Sus conchas se utilizan extensamente en artesanías y últimamente se han estudiado técnicas tanto para la cría artificial como para la producción de perlas inducidas con esta especie.

En algunas regiones también se cultivan la *Meretrix meretrix*, *Macra antiquata*, *Brachydontes senhousei*, y *Aloidis* sp. La *Meretrix meretrix* se encuentra ampliamente a lo largo del litoral chino en playas de arena fina. Sus poblaciones naturales son abundantes y en algunas áreas el cultivo ha sido amplio. Es un buen marisco para exportación.

Para concluir, el cultivo de bivalvos en China tiene una larga historia. Existen numerosas especies aprovechables para el cultivo y el área potencial es vasta y diversa. Sin embargo, actualmente se explota menos de una décima parte de esta área. Dada la importancia actual de la maricultura, se espera que el cultivo de bivalvos se expanda a un ritmo acelerado y el rendimiento se multiplique considerablemente.

#### ANEXO:

#### LA OSTRICULTURA EN GUANGDONG

##### RECOLECCIÓN DE SEMILLA

Un año después del asentamiento, durante su madurez sexual, las ostras comienzan a reproducirse. En el ciclo gonádico anual, gran número de las células sexuales originales formadas en febrero se diferencian en marzo. Las células sexuales maduran y se descargan de abril a octubre con una etapa de recuperación en noviembre. En abril aparecen pequeñas cantidades de semilla, pero el asentamiento culminante es en mayo-junio, disminuyendo gradualmente de junio a septiembre.

El terreno de recolección de semillas es generalmente una bahía interior que recibe el agua de río. Para una buena recolección debe existir una población de ostras abundante y circulación de agua mareal. La zona intermareal entre la pelágica y 1 m sobre el nivel de la bajamar es el terreno para la recolección de semillas. De junio a agosto, bajo condiciones oceanográficas normales, cuando la salinidad del agua es de 5–20 ppt y la temperatura del agua de 27–31°C, los huevos

fertilizados se metamorfosean en larvas a una densidad de aproximadamente 60 individuos/m<sup>3</sup> de agua y cuando comienzan a asentarse en cantidades suficientes se establecen los colectores.

Los tipos tradicionales de colectores son piedras de 3–8 kg, fragmentos de cerámica, tejas o grandes conchas de ostras. Todos baratos y fáciles de manejar. Tienen como desventaja que solo proveen pequeñas superficies para la adherencia de las semillas, se hunden en el fango blando y tienen un rendimiento unitario bajo. El lapso desde la recolección de semillas hasta la cosecha de ostras es de 3 a 4 años, y el rendimiento de carne es de 500–700 catties/mu (~ 3750–5250 kg/ha). Desde 1965, la mayoría de los tipos tradicionales de colectores han sido reemplazados por un colector de cemento y la producción ha aumentado a 1000–1200 catties/mu (~ 7500–9000 kg/ha). El colector de cemento tiene la ventaja de que permanece en la superficie del fango y de que amplía las áreas de adherencia de las semillas. Existen dos tipos — la barra de cemento y la teja de cemento.

Inmediatamente antes de comenzar la recolección de semillas, se colocan los palos de bambú en los terrenos de recolección para delimitar el área en que se han de disponer los colectores. Se envían los colectores a los terrenos marcados en la pleamar donde son arrojados uniformemente desde embarcaciones que se mueven lentamente. Las barras de cemento se colocan a una densidad de 3000/mu ( $4,5 \times 10^4$ /ha) y las tejas de cemento a 3000–5000/mu ( $4,5$ – $5,3 \times 10^4$ /ha). Con la marea baja, los colectores se disponen en bloques. Entre los bloques se deja un espacio de 3 a 4 m para la navegación del bote. Dentro de los bloques se disponen los colectores en hileras de 10 a 12 m de largo. En cada hilera se cruzan pares de barras de cemento para formar una "X" a intervalos de 0,3 m. El espacio entre las hileras es de 1–1,5 m. Las barras de cemento se insertan a 0,3–0,5 m en el fango de modo que se mantengan derechas y firmes.

##### MANEJO

Entre su recolección como semillas y el período en que alcanzan tamaño comerciable, las ostras necesitan de buen manejo para su crecimiento y supervivencia. Los colectores se verifican y ajustan frecuentemente. Durante el otoño y el invierno de cada año, los colectores se levantan manualmente y se extraen las ostras. Luego se reinsertan en el fango en una posición diferente para que las ostras tengan suficiente alimento y espacio para su crecimiento. Durante esta época del año, la temperatura del agua es mínima y la salinidad aumenta. El período reproductivo se ha completado y la ostra comienza a recuperarse y a crecer

rápidamente. Después de 3 a 4 años, cuando la longitud de la concha ha alcanzado 12-18 cm y la altura es de 6-8, 5 cm, las ostras son transferidas al terreno de engorde.

### ENGORDE

La mayoría de los terrenos de recolección de semillas en Guangdong puede utilizarse tanto para crecimiento como para engorde. El engorde de las ostras es importante para un alto rendimiento. Las ostras de tres años de edad se transfieren a los terrenos de engorde en la desembocadura de los ríos y se disponen como estaban antes. Se utilizan aproximadamente 11-15 m<sup>3</sup> de barras de cemento ó 11 m<sup>3</sup> de tejas de cemento por mu (1/15 ha). La temporada de engorde comienza en agosto-septiembre y continúa hasta abril del año siguiente. Las condiciones oceanográficas son importantes :

- Al comienzo de la temporada de engorde, la salinidad cerca de la desembocadura del río aumenta en un mes de 4-10 ppt a 14-20 ppt;
- La temperatura media del agua es de 28°C en agosto-septiembre, 24°C en octubre, 21°C en noviembre, 19°C en diciembre, 15°C en enero y febrero, 18.5°C en marzo, y 23°C en abril;

- El contenido NO<sub>2</sub>-N es más de 60 mg/m<sup>3</sup> y el de PO<sub>4</sub>-P es más de 6 mg/m<sup>3</sup>; y
- El valor pH es estable, entre 7,9 y 8,4.

### RECOLECCIÓN

El porcentaje de carne de la ostra se calcula mediante la fórmula : peso de la carne deshidratada/peso total de la ostra en la concha × 100. Cuando se alcanza un porcentaje de 12-16% se pueden recolectar las ostras. La edad durante la cosecha es habitualmente de 4 años. La cosecha tiene dos etapas : recolección y descarnar. Las ostras se recolectan durante la bajamar de una de las dos formas siguientes :

- Cuando la profundidad del agua es de 0,5 m ó menos, se ancla un bote sobre el terreno de recolección y se extraen las ostras con tenazas de bambú; o
- Cuando el terreno de engorde se convierte en playa abierta, las ostras se recogen mediante un caballo de madera especial que sostiene el recolector en el fango blando y lleva las ostras al bote.

Las ostras se descarnan manualmente con un cuchillo especial. La carne de la ostra se puede vender fresca, seca o envasada con un subproducto (salsa de ostra).

***J. Navakalomana* División de Pesca,  
Ministerio de Agricultura y Pesca, Suva,  
Fiji**

De 1979 a 1981, la División de Pesca realizó pruebas de cultivo de mejillones vedes (*Perna viridis*) en la bahía de Laucala cerca de Suva. Las semillas se obtuvieron del Centro Nacional para la Explotación de los Océanos (CNEXO), en Tahití. Intentos anteriores (anexo) para introducir el mejillón verde de Filipinas (*Mytilus smaragdinus*) en Fiji, han dado resultados prometedores por lo cual se realizó esta serie de pruebas.

**PRÁCTICAS DE CULTIVO**

Poco después de llegar, las semillas fueron esparcidas de manera uniforme sobre bandejas perforadas (mariscos), que se ataron y suspendieron a 0,5 m por debajo de la superficie del agua. Después de 4 a 6 meses, se recogieron las semillas y entrenaron para adherirse a las cuerdas de cultivo hechas de fibra natural. El adiestramiento dura aproximadamente de 10-14 días. Los mejillones fueron raleados a 250/m de cuerda y luego transferidos a balsas de bambú o a perchas de mangle para su maduración.

En el sistema de perchas, se colocaron jaulas de malla metálica sobre perchas de mangle construidas en la zona intermareal y levantadas 20 cm del fondo del mar. Los mejillones fueron expuestos durante la marea baja y sumergidos aproximadamente 1 metro en la pleamar. En el sistema de balsas, las balsas de bambú fueron ancladas en aguas de 6 m de profundidad. Las cuerdas de mejillones fueron colocadas dentro de jaulas de malla cilíndricas y suspendidas de las balsas aproximadamente a 1-3 m por debajo de la superficie del agua. De esta manera, los mejillones quedaron sumergidos durante todo el período de cultivo.

La mayoría de las pruebas se llevaron a cabo en aguas turbias de poca profundidad (3-5 m) cercanas a la costa. Las salinidades variaban de 26 ppt a 36 ppt y las temperaturas en la superficie del agua de 26° a 28°C. A su llegada, las semillas tenían una longitud de concha de 3 a 12 mm. Los mejillones en las balsas crecieron más rápidamente que los de las perchas, alcanzando una longitud de concha promedio de 90 mm después de

18 meses y un peso de carne mojada de 10-12 g. Después de 3,5-4,0 años, la longitud máxima de concha promedio fue de 136 mm y el peso de carne mojada de 40 g. Lamentablemente la calidad de la carne no fue muy buena.

Las actividades de manejo incluyeron la reparación de perchas y balsas, la protección contra depredadores y organismos fouling y la limpieza de las jaulas.

Los depredadores — cangrejos, anguilas de mangle, peces, horadores de concha, etc — constituyeron un serio problema para los mejillones en todas las etapas de desarrollo. También los organismos fouling causaron dificultades, obstruyendo la malla de las jaulas protectoras y forzando a la limpieza regular para la buena circulación del agua. Sin embargo, éstos son problemas tal vez superables; pero el que no es tan fácil de solucionar es que no se ha evidenciado un asentamiento natural de esta especie de mejillón introducida en Fiji.

**CONCLUSIÓN**

El crecimiento de las especies de mejillones introducidas fue pobre en comparación con el de otros países pero la razón no es clara. Sea que el rendimiento escaso refleje una administración inapropiada, una mala selección del sitio o cualquier otro factor, ésta es una cuestión que rebasa el objetivo de las pruebas. Sin embargo, las pruebas sí demostraron que el problema de los depredadores es importante y que la falta de desove natural es un serio obstáculo para el futuro del cultivo de mejillones en Fiji.

**ANEXO:**

**PRUEBAS PRELIMINARES DEL CULTIVO DE BIVALVOS<sup>1</sup>**

Las poblaciones naturales de la ostra de mangle *Crassostrea glomerata* son abundantes en Fiji,

<sup>1</sup> Este anexo se extrajo de un informe de la FAO de 1977 sobre ostricultura, preparado por T.P. Ritchie para el Gobierno de Fiji. El informe se hizo circular durante el seminario como información de fondo y sus conclusiones generales se resumen aquí. Las conclusiones son las que se consideraron apropiadas cuando se preparó el informe original.

pero la especie es pequeña, pocas veces sobrepasa los 50 mm, y parece sobrevivir solamente en la zona intermareal. Los esfuerzos experimentales para criar esta especie hasta alcanzar un tamaño comerciable han fracasado. Los datos sacados de las observaciones efectuadas indican que, en las condiciones encontradas en Fiji, la especie muere después de haber alcanzado un máximo de 50 mm. Crece en condiciones submareales, pero sobrevive solamente poco tiempo. Los métodos de cultivo comerciales probablemente no alterarían mucho las características básicas de crecimiento de esta especie y, por lo tanto, serían fútiles.

Las poblaciones naturales de *C. echinata* son raras en Fiji, pero existe una población importante en una laguna de la isla Mago. Esta especie parece ser la única especie *Crassostrea* nativa que tiene potencial para el cultivo comercial, pues ha desarrollado la capacidad de sobrevivir y de desarrollarse más allá del tamaño comerciable. Si bien su promedio de crecimiento es lento comparado con el de otras especies experimentalmente introducidas, su promedio de supervivencia probablemente será mucho más alto que el de las especies no nativas. Su concha gruesa y dura le permite protegerse de la mayoría de los depredadores y de muchas esponjas xilófagas; mediante técnicas de cultivo comerciales especiales se debería poder obtener un tamaño y forma uniforme.

En la laguna de la isla Mago, densas poblaciones de semillas de *C. echinata* se asentaron sobre el casco de una embarcación de fibra de vidrio, y varios centenares de semillas individuales fueron retiradas fácilmente sin sufrir daño. El dueño de la isla Mago está realizando experimentos adicionales con sustratos de asentamiento artificial con el fin de obtener semilla individual para experimentos de cultivo en bandeja. El personal de proyecto de ostras en la bahía de Laucala está verificando actualmente el crecimiento y la supervivencia de *C. echinata*.

Si bien las perspectivas para el cultivo comercial de *C. echinata* en Fiji parecen buenas, los experimentos y las observaciones realizados hasta la fecha no son definitivos.

#### OSTRAS NO NATIVAS

La mayoría de los experimentos de ostricultura comercial en Fiji han empleado la ostra del Pacífico *C. gigas*, que fue introducida en Fiji en 1969. Si bien la información sobre la

supervivencia y el crecimiento de esta especie todavía se está recopilando y es esencial para las conclusiones definitivas, los datos ya sugieren que la semilla de *C. gigas* sobrevive y crece excepcionalmente bien durante los primeros 8 meses de cultivo en Fiji, pero que posteriormente su promedio de supervivencia y crecimiento disminuye rápidamente. Se ha registrado la presencia de la *C. gigas* silvestre y se indica que se reproduce naturalmente en las condiciones imperantes en el país.

La ostra de roca o anomiido (*C. commercialis*) australiana o de Sidney fue introducida experimentalmente en Fiji en 1973. Los datos recopilados durante más de 7 meses indican que el promedio de crecimiento y supervivencia de semillas sin colectores de esta especie en el país fue insuficiente para intentar el cultivo comercial. Se concluyó tentativamente que las temperaturas del agua marina en Fiji son demasiado cálidas para el cultivo exitoso de la especie.

La ostra filipina *C. iredalei* se introdujo experimentalmente en abril de 1975. Su potencial de cultivo comercial todavía no puede ser evaluado porque aún siguen las observaciones, pero los datos son prometedores. La *Crassostrea iredalei* es una especie tropical que genéticamente debería sobrevivir y crecer en Fiji más que muchas ostras ya introducidas experimentalmente. Si se puede obtener prole de esta especie, las sucesivas generaciones deberían estar todavía más aclimatadas al país.

#### MEJILLONES NO NATIVOS

El mejillón verde (*Mytilus smaragdinus* o *Perna viridis*) se introdujo experimentalmente en Fiji en abril de 1975. Si bien las observaciones sobre crecimiento y supervivencia solamente se realizaron durante un año, los resultados fueron estimulantes. El promedio total de supervivencia fue relativamente alto y el de crecimiento pareció adecuado para el cultivo comercial. Los estudios preliminares de mercado indicaron que la comercialización de los mejillones en Fiji puede ser fácil. Los costos comerciales de producción de estos mejillones deberían ser inferiores a los de las ostras comerciales. Muchas especies de *Mytilus* son cultivadas comercialmente en zonas de alta salinidad, y el personal de proyecto de ostras está realizando actualmente experimentos en dichas zonas en Fiji. Se concluye tentativamente que la *M. smaragdinus* tiene potencial para la producción comercial en Fiji.

## POLINESIA FRANCESA

### *AQUACOP (Equipo de Acuicultura del Centro Oceanológico del Pacífico) Tahiti<sup>1</sup>*

Dos organismos de investigación y desarrollo han concentrado su atención en el cultivo de bivalvos en la Polinesia Francesa. Actualmente participan en un programa de producción de semillas para ostras perlíferas (*Pinctada margaritifera*) y realizan investigaciones sobre especies comestibles capaces de resistir las condiciones peculiares del ambiente polinesio. El Centro Nacional para la Explotación de los Océanos (CNEXO), un organismo francés, estudia en su laboratorio de Tahiti (el Centro Oceanológico del Pacífico, COP) la producción de semillas en vivero, y el Servicio de Pesca (Service de la pêche), organismo de la Polinesia Francesa representado en muchas de las islas, realiza trabajos sobre recolección de semillas, problemas de cultivo y técnicas de implantación.

La región que tiene potencial para el cultivo de bivalvos está situada en el cinturón de vientos alisios 15–25° S y 135–155° O. El agua marina superficial tipifica el agua del océano con una temperatura anual que va de los 25 a los 30°C, una salinidad anual entre 34 y 36 ppt, y un bajo contenido de nutrientes. Los dos grupos de islas considerados aquí son el archipiélago Tuamotu-Gambier, para el cultivo de ostras perlíferas, y la Society Islands para el cultivo de bivalvos comestibles.

El archipiélago Tuamotu-Gambier está compuesto principalmente de atolones, con algunas islas volcánicas, como las Gambiers. Los atolones poseen grandes lagunas, algunas de las cuales — generalmente las cerradas — tienen poblaciones naturales de *P. margaritifera*. Estas lagunas tienen potencial como criaderos de ostras perlíferas compuestos de plataformas de cultivo sumergidas, flotantes o fijas.

<sup>1</sup> Este informe fue presentado al seminario por D. Coatanea, del Centro Nacional para la Explotación de los Océanos, Centro Oceanológico del Pacífico, B.P. 7004, Toravao, Tahiti. Los datos relativos a la ostricultura fueron gentilmente suministrados por Martin Coeroli, del Servicio de la Pesca, Papeete, Polinesia Francesa.

Las Society Islands están formadas por las islas Barlovento y Sotavento, la mayoría de ellas altas — de origen volcánico — y rodeadas de arrecifes de coral que delimitan lagunas. Las lagunas están alimentadas por encrespadas olas oceánicas que se abalanzan contra los arrecifes. El agua fluye de nuevo al océano a través de pasos con un promedio de renovación rápido. De esta manera, el agua de las lagunas tipifica las características oceánicas y excluye el cultivo de bivalvos en la mayoría de los sitios. Sin embargo, algunas de las islas tienen bahías profundas y protegidas que reciben agua de río y tienen bancos naturales de *Saccostrea cucullata*. Las bahías son ricas en nutrientes extraídos por lixiviación de los suelos basálticos adyacentes. Algunas, como la bahía Tatutu de la isla de Tahiti, se han separado en dos partes mediante diques en terraplén, conectando las dos partes mediante tuberías. El cambio del agua se efectúa con la marea. En la bahía Tatutu, la amplitud de la marea es de 0,4 m, la profundidad media de 0,6 m y la superficie total de 3,5 ha, habiéndose utilizado el estanque durante 10 años para el cultivo experimental de ostras, mejillones y almejas. En un estanque de esta naturaleza, el equilibrio de los factores ambientales es frágil y se han registrado grandes variaciones en los parámetros físico-químicos, especialmente después de las intensas precipitaciones fluviales de diciembre-marzo y durante los periodos en que la amplitud de la marea es baja y la renovación del agua mínima. En la bahía Uturuto (Islas Raiatea), se ha mejorado una configuración similar mediante la adición de un segundo terraplén o barrera para canalizar el agua dulce. Así pues, la salinidad puede ser controlada, si bien los aumentos de temperatura durante los periodos de renovación del agua marina baja siguen constituyendo un problema.

Salvo el cultivo de *P. margaritifera*, que se adapta al ambiente natural, el cultivo de bivalvos en la Polinesia Francesa se enfrenta a condiciones ambientales difíciles: los sitios adecuados se limitan a la parte más lejana de algunas bahías de aguas de poca profundidad y están sujetos a grandes variaciones en salinidad, temperatura y contenido de nutrientes.

### OSTRAS PERLÍFERAS

La ostra perlífera de labio negro (*P. margaritifera* var. *cumingi*) ha sido pescada durante mucho tiempo para la industria de la madreperla y recientemente para granjas dedicadas a su producción. Las poblaciones naturales de *P. margaritifera*, que se limitan a algunos atolones e islas del archipiélago Tuamotu-Gambier, han sido expuestas a la sobrepesca y están disminuyendo rápidamente. Obtener ostras perlíferas de 3 años para la implantación es cada vez más difícil — un factor que ha impulsado al CNEXO y al Servicio de la Pesca a investigar la producción de semillas mediante la cría en viveros y la recolección en los atolones con poblaciones naturales.

En el COP se han llevado a cabo experimentos en viveros. Se obtuvieron desoves de reproductores nativos de los atolones e islas circundantes, pero los experimentos de cría de larvas con diferentes combinaciones de temperatura, alimentos y luz fueron infructuosos para promover el crecimiento más allá del décimo día (Millous 1980). Solo unas pocas larvas se desarrollaron normalmente hasta la etapa de adherencia, y no pudo darse ninguna explicación por la mortalidad con base en las condiciones de cría.

La recolección de semillas fue estudiada por el Servicio de la Pesca en el atolón de Takapoto (Mizuno y Coeroli 1980). Los colectores hechos de láminas de polietileno y protegidos contra los depredadores con redes de plástico dieron los mejores resultados. El periodo de recolección dura desde noviembre hasta enero y los recolectores que se colocan en octubre son recuperados seis meses más tarde. En junio y julio culmina un asentamiento secundario. Los recolectores son recuperados y las semillas se ponen en cestas de red de polietileno; cuando llegan a los 9 m se perforan, se ponen en cuerdas suspendidas de plataformas sumergidas y se dejan crecer hasta los 3 años. El rendimiento promedio es de 50 semillas/recolector. Todavía no se han recolectado suficientes semillas para administrar a las granjas ostras de 3 años para implantación.

Los expertos japoneses implantan en las ostras de 3 años núcleos esféricos en o alrededor de la gónada. Después, las ostras son devueltas a las plataformas sumergidas y permanecen allí durante dos años más — el tiempo requerido para obtener el depósito de madreperla de aproximadamente 1,5 mm. Solamente un 30% de las ostras implantadas producirá una perla comerciable de 9–12 mm de diámetro. Otros estudios del Servicio de la Pesca se concentrarán sobre las técnicas de implantación y el control de crecimiento de ostras y perlas. En 1980 se implantaron aproximadamente 280.000 ostras, la mayoría de la población natural.

Catorce sociedades cooperativas y ocho compañías privadas, que emplean directa o indirectamente 200 personas, participan en el cultivo de ostras perlíferas en la Polinesia Francesa. Las exportaciones de perlas representaron en 1980 un monto de US \$1 millón y se prevé que en 1981 den ingresos de más de US \$2 millones. Las perlas se han convertido en el segundo producto de exportación después de la copra.

### BIVALVOS COMESTIBLES

El cultivo de bivalvos comestibles no está bien desarrollado en la Polinesia Francesa. Los pocos sitios disponibles están localizados en algunas de las Society Islands, y la *S. cucullata* es la única especie cultivada tradicionalmente capaz de resistir las duras e inestables condiciones ambientales. Las semillas son recolectadas sobre las conchas o listones de *Tridacna* que también sirven como estructuras de crecimiento. Las ostras alcanzan los 6–8 cm después de 2 años aproximadamente (Millaud 1971). En 1975, gracias a los esfuerzos del Servicio de la Pesca, la producción ostrífera alcanzó un máximo de 22 t en Raiatea y las islas Tahaa, frente a las 55 toneladas de ostras importadas de Nueva Zelanda, Australia y Francia. Desde entonces la producción ha disminuido constantemente debido al desarrollo de la *Polydora* sp. en los sitios de cultivo. Para superar este problema, los investigadores han introducido experimentalmente otras especies de bivalvos en el ambiente polinesio.

La *Crassostrea gigas* fue introducida en 1975 y las semillas se produjeron en el criadero del COP (AQUACOP 1977). El Servicio de la Pesca llevó a cabo experimentos sobre crecimiento en Tahiti, Raiatea y las islas Tahaa. Después de 3 años de experimentos esta especie se abandonó porque no podía adaptarse a las condiciones locales. La baja producción de fitoplancton, además de la temperatura generalmente alta del agua, dieron por resultado conchas muy delgadas y frágiles e hicieron la *C. gigas* extremadamente sensible al ataque de la *Polydora*.

La *Saccostrea echinata* se trajo de Nueva Caledonia en 1978 y demostró adaptarse mejor a las condiciones tropicales. En el criadero del COP se produjeron más de 2 millones de semillas y se estudió su crecimiento. Esta ostra es capaz de resistir las condiciones ambientales y es menos sensible al ataque de la *Polydora* que la *C. gigas*. El tamaño comerciable se obtiene a los 2 años y en 1981 se hizo una producción experimental de centenares de kilogramos. Sin embargo, esta ostra no es muy apreciada por los consumidores polinesios debido a su fuerte sabor y las larvas son muy difíciles de criar. Para resolver estos proble-

mas, los investigadores están tratando de cruzar la *S. echinata* con la *S. cucullata* con miras a obtener una ostra resistente que sea menos áspera al gusto.

La *Perna viridis* también se introdujo en 1978 y el criadero del COP (AQUACOP 1979, 1980) está produciendo actualmente semillas. El Servicio de la Pesca utiliza dos sitios de cultivo : la bahía de Tatutu y la bahía Uturuto. Se permite que las semillas de 10-mm se adhieran a las barras de hierro que luego se cuelgan en la bahía.

El área de cultivo se encuentra encerrada con una red metálica que sirve de protección contra los depredadores (principalmente la *Scylla serrata*). Durante el período de crecimiento, se levantan o bajan las barras de cultivo de acuerdo con la temperatura y las condiciones de salinidad. El tamaño comercial se obtiene al año de cultivo. Se ha obtenido una producción experimental de aproximadamente 9 toneladas. Los cultivadores esperan satisfacer el mercado local (es decir, 30-50 t/año) una vez que el sitio de cultivo de la bahía Uturuto se encuentre en plena producción.

La *Venerupis semidecussatus*, una almeja conocida en Francia como 'palourde', se introdujo hace dos años. Los primeros experimentos dieron buenos resultados y se obtuvo el tamaño comerciable en menos de 1 año. Sin embargo, esta especie es muy sensible a la pérdida en salinidad

que es común en la época lluviosa (diciembre-marzo). Para superar este problema, los cultivadores han relegado los meses lluviosos para incubación y viveros con el fin de que las semillas de 8-12 mm estén disponibles en marzo para la siembra directa en el sitio de cultivo. Las almejas se cosechan a comienzos de diciembre antes de que se deterioren las condiciones ambientales.

### CONCLUSIÓN

En la actualidad solamente la ostricultura desempeña un papel significativo en la Polinesia Francesa porque las condiciones naturales son generalmente desfavorables al cultivo de los bivalvos comestibles debido a las variaciones extremas en salinidad, temperatura y alimentos. Las variaciones tienen como causa la época de lluvias que es el principal obstáculo para los bivalvos que tardan más de un año en alcanzar el tamaño comerciable. Los mejillones y los 'palourdes' muestran algún potencial ya que crecen rápidamente : las semillas pueden ser producidas en condiciones controladas durante los meses lluviosos, sembradas más tarde en los sitios y recolectadas antes de las siguientes lluvias. Las perspectivas futuras son inciertas, pero por lo menos se espera poder satisfacer el mercado local mediante operaciones de cultivo.

## INDIA<sup>1</sup>

**E.G. Silas, K. Alagarswami, K.A. Narasimham, K.K. Appukuttan y P. Muthiah** Instituto Central de Investigaciones Pesqueras Marítimas, Cochin, India

India tiene un litoral de 6100 km, numerosos estuarios y brazos de mar, y abundantes recursos de bivalvos marinos que se explotan en varios centros a nivel de subsistencia. Los principales bivalvos, en orden de importancia, son las almejas, los mejillones, las capiz y las ostras comestibles. Las ostras perlíferas se explotan esporádicamente — algunas veces se dejan de explotar durante varios años. La pesca de perlas está administrada por el Estado y para algunos bancos de almejas se requieren permisos de pesca.

Los hindúes han cultivado tradicionalmente peces de aleta y camarones, particularmente en Kerala y Bengala Occidental. Recientemente, en pequeña medida, han emprendido también el cultivo de moluscos en centros cercanos a Bombay y Madrás, y el interés en todas las formas de acuicultura está creciendo rápidamente debido a técnicas perfeccionadas durante el pasado decenio por los institutos de investigación del Consejo de Investigación Agrícola de India. El gobierno federal y algunos gobiernos provinciales han asignado una alta prioridad a la acuicultura en el Sexto Plan Quinquenal.

El Instituto Central de Investigación Pesquera Marítima ha sido el pionero en desarrollos para el cultivo de camarón, ostras perlíferas y perlas cultivadas, ostras comestibles, mejillones, almejas, peces de aleta y algas marinas. Se han emprendido actividades de investigación avanzada para identificar y resolver problemas relacionados con la producción y la calidad, así como programas orientados hacia la producción utilizando la tecnología disponible. Las altas tasas de producción obtenidas para los mejillones y las

ostras indican que los bivalvos tienen un alto potencial para aumentar la producción de mariscos y pescados de mar comestibles.

### PRODUCCIÓN

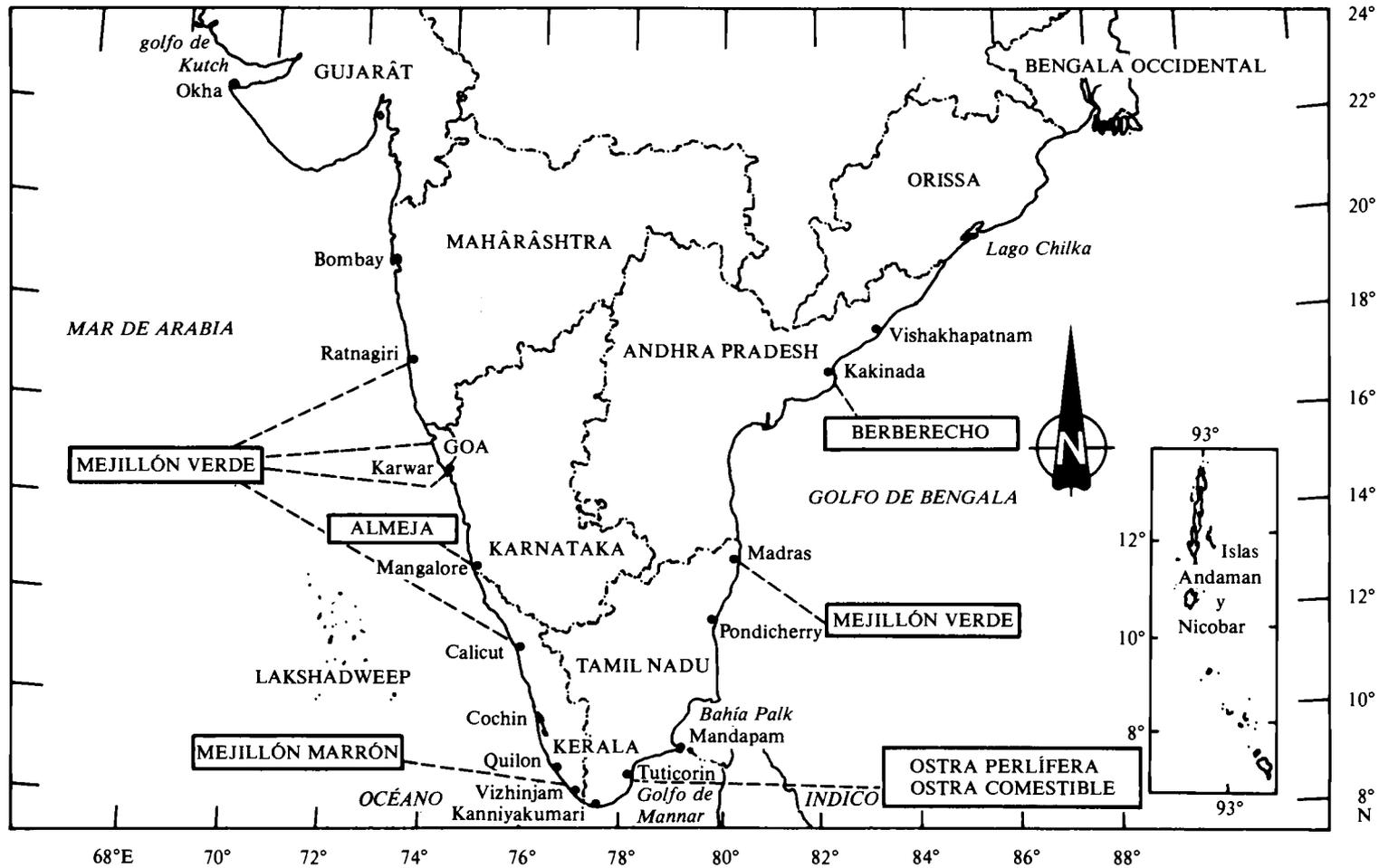
Las aguas del subcontinente hindú contienen una variedad de especies de ostras (Rao 1974); las especies explotadas son *Crassostrea madrasensis*, *C. gryphoides*, y *C. discoidea*, que se presentan en estuarios, brazos de mar y riachuelos. La *Crassostrea cucullata* se encuentra en las rocas intermareales, pero no se explota.

Alagarswami y Narasimham (1973) han examinado los recursos ostríferos hindúes: la *C. discoidea* se presenta a lo largo de la costa de Gujarat (Fig. 1) y la *C. gryphoides* a lo largo de la costa de Maharashtra. La *Crassostrea discoidea* y la *C. madrasensis* se encuentran en Karnataka. En toda la costa este y Kerala predomina la especie *C. madrasensis*. Los centros pesqueros de ostras en la costa occidental incluyen los riachuelos fangosos de Kutch, Aramra Creek, Poshetra Point, Port Okha, Dwarka y Porbandar en Gujarat; Malad, Boiser, Satpuri, Palghar, Kelwa, Navapur, Utsali, Dahisar y Mahim Creek, alrededor de Bombay; Alibag, Ratnagiri, Purnagad, Jaytapur y Malwan en Maharashtra; y Ribander, Siolim y Curca en Goa. En Karnataka y Kerala, existen pequeños bancos de ostras en varios centros, pero se explotan poco. A lo largo de la costa oriental, la explotación se limita a Ennur cerca de Madrás y los brazos de mar de Sonapur en Orissa. La producción de ostras no se ha evaluado hasta la fecha debido a que la pesca solo se realiza por temporadas y a nivel de subsistencia en varios centros pequeños.

El cultivo de ostras tradicional se practica en Kelwa, Navapur, Utsali y Ennur. Se utilizan principios elementales de trasplante y actualmente la producción es mínima. El Instituto Central de Investigaciones Pesqueras Marítimas en Tuticorin espera mejorar la producción mediante demostraciones y, con base en éstas, transferir técnicas más apropiadas al cultivo de las ostras.

Tanto el mejillón verde (*Perna viridis*) como el mejillón marrón (*P. indica*) se dan en la India. El primero tiene una distribución más extensa y

<sup>1</sup> Esta ponencia del Instituto Central de Investigaciones Pesqueras Marítimas de Cochin fue presentada al seminario por K.A. Narasimham, Centro de Investigaciones de Kakinada, Instituto Central de Investigaciones Pesqueras Marítimas, Kakinada 533002, Andhra Pradesh, India.



Estados marítimos de India

se encuentra en pequeños bancos a lo largo del lago de Chilka, Vishakhapatnam, Kakinada, Madras, Pondicherry, Cuddalore y Porto Novo a lo largo de la costa oriental, y extensamente alrededor de Quilón, Alleppey, Cochin, Calicut a Kasaragod, Mangalore, Karwar, Goa, Bhatia Creek, Malwan, Ratnagiri y el golfo de Kutch (Kuriakose 1980a). En contraste, la *P. indica* se encuentra solamente a lo largo de la costa sudoccidental de Varkalai cerca de Quilón a Kanniyakumari, y de Kanniyakumari a Tiruchchendur a lo largo de la costa suroriental. Para el mejillón verde existe pesca regular de Calicut a Cannanore a lo largo de la costa de Kerala y los desembarcos anuales se estiman en  $2,6 \times 10^3$  t. La pesca para el mejillón marrón entre Kovalam y Muttom rinde 427 toneladas anuales. La producción anual total de ambas especies explotadas por pesca tradicional en los bancos naturales se ha estimado en  $3,1 \times 10^3$  t (Alagarswami et al. 1980c). La producción del cultivo es pequeña, estando limitada a programas de demostración y de transferencia de tecnología.

La almeja *Anadara granosa* se explota en la bahía de Kakinada donde se cultivaba experimentalmente. La producción anual total es aproximadamente de  $2,0 \times 10^3$  t, 10% de la cual se utiliza para consumo humano. Las conchas se utilizan en la producción de cal.

Las almejas constituyen, de mucho, por lejos el recurso de bivalvos más importante de la India y la costa occidental tiene la mayor parte de la producción. Las especies se encuentran en abundancia y las más explotadas son: *Meretrix meretrix*, *M. casta*, *Katelysia marmorata*, *K. opima*, *Villorita cyprinoides*, *Paphia malabarica*, *P. laterisulca*, y *P. textile*. Si bien un pequeño porcentaje de las almejas es consumido, la producción se destina principalmente a la fabricación de cal y cemento. Además de las almejas vivas, los depósitos de conchas (llamados comúnmente depósitos subfósiles) se explotan industrialmente.

Alagarswami y Narasimham (1973) han examinado las reservas de las almejas y su explotación. Los estados costeros de Maharashtra, Goa, Karnataka, y Kerala poseen abundantes recursos en los estuarios. Las principales especies a lo largo de la costa de Maharashtra son *Meretrix meretrix*, *K. opima*, *K. marmorata*, y *P. laterisulca*, y la producción anual es de aproximadamente  $1,1 \times 10^3$  t (Ranade 1964). En los estuarios de Goa las especies de almejas son la *M. meretrix* y *V. cyprinoides*; la producción total se ha evaluado en 887 t y la de *V. cyprinoides* por sí sola en 500 t (Parulekar et al. 1973; Ansari et al. 1981). Los estuarios de Karnataka poseen en las zonas septentrionales la *M. meretrix* y *P. malabarica*, y en las meridionales la *M. casta* y *V. cyprinoides*. Ullal cerca de Mangalore es un centro importante

de producción de cal, con un rendimiento anual de aproximadamente  $3,0 \times 10^3$  t de cal de concha, principalmente de las conchas de almeja del río Tadri. Kerala tiene recursos inmensos de almejas (tanto vivas como en depósitos subterráneos de conchas), pero la explotación se destina principalmente a la producción industrial de cemento blanco y gris, carburo de calcio, ladrillos, cal de concha, etc. Los recursos del lago Vembanad son muy importantes para el Estado. Los lagos Ashtamudi y Kodungallore y los estuarios de los ríos Kadalundi y Korapuzha son otras importantes fuentes de almejas. Existen dos especies dominantes: *M. casta* en las zonas salinas y *V. cyprinoides* en las zonas menos salinas y de agua dulce. Solo en el lago Vembanad se explotan anualmente (1968) aproximadamente  $2,0 \times 10^5$  t de conchas de cal, y la especie viva *V. cyprinoides* representa aproximadamente  $2,7 \times 10^4$  t (Rasalam y Sebastian 1980).

A lo largo de la costa este de la India, los recursos de almejas son menos abundantes. En Tamil Nadu, la *K. opima* y la *M. casta*, que fueron abundantes alguna vez en el estuario de Adyar cerca de Madras (Abraham 1953), han sido mayormente exterminadas por la contaminación de aguas negras domésticas. La *Meretrix casta* es bastante abundante en el lago Pulicat, los remansos de Kovalam, los pantanos de Muthupet, el estuario de Vellar y el estuario de Vaigai. La producción de almejas en el estuario de Vellar es aproximadamente de 730 t/año. En Andhra Pradesh, la especie *M. meretrix* se presenta conjuntamente con la *A. granosa* en la bahía de Kakinada. A lo largo de la costa de Orissa, la especie *Meretrix* spp. se presenta en el lago Chilka y los brazos de mar de Sonapur.

La especie *Placenta placenta* se pesca principalmente por las conchas pero también para embriones de perla. El principal centro de capiz es la bahía de Kakinada que produce aproximadamente  $4,0 \times 10^3$  t/año (Narasimham 1973). Las conchas se utilizan para la producción de cal y se exportan pequeñas cantidades (solamente valvas derechas) a Hong Kong y Japón (Murthy et al. 1979). Otros centros importantes son Poshetra en la bahía de Pindara en el golfo de Kutch, donde la producción anual es de 4,5 millones de ostras (Varghese 1976), y la bahía de Naukim en Goa donde casi diariamente se recolectan para consumo humano de 8000 a 10000 ostras (Kutty et al. 1979).

La especie de ostra perlífera de mayor importancia comercial es la *Pinctada fucata*, aunque también existen otras especies a lo largo de la costa hindú (Rao 1970). La pesca perlífera de los golfos de Mannar y Kutch es bien conocida por su producción de perlas orientales. Los recursos fluctúan ampliamente. En el golfo de Mannar,

los bancos naturales (conocidos localmente como *paars*) se encuentran en los substratos rocosos o coralíferos a profundidades de 15 a 25 metros. Hubo actividades pesqueras anuales durante el período 1955–61, pero las mismas fueron precedidas por un período improductivo de 27 años por falta de productividad. Durante el período 1955–61, la producción anual (temporada restringida) de ostras perlíferas varió de 1,18 millones (1957) a 21,48 millones (1958), siendo el promedio de 10,85 millones de ostras por pesquería (Mahadevan y Nayar 1973). En el golfo de Kutch, donde las ostras perlíferas se presentan en bancos intermareales llamados *khaddas*, se practicó la pesca cada tres o cuatro años, con una producción anual promedio de aproximadamente 19000 ostras para las siete pesquerías entre 1950 y 1967 (Easwaran et al. 1969). Desde 1967 no ha existido una pesquería perlífera.

El cultivo de las ostras perlíferas está confinado a la recolección de semillas experimentales que se obtienen en un pequeño asentamiento en la bahía de Vizhinjam en la costa sudoeste, donde las semillas son recolectadas en cuerdas de nilón fibriladas. De manera similar se presentan asentamientos en las escolleras portuarias de Tuticorin. Las poblaciones de ostras perlíferas que se asientan en las zonas de bajura artificialmente cerradas son especies mixtas de *Pinctada*, incluyendo *P. chemnitzii* y *P. sugillata*, que generalmente predominan, y *P. fucata* (25% menos) (Alagar-swami 1977).

### INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El Instituto Central de Investigaciones Pesqueras Marítimas (CMFRI) de Cochin, dependiente del Consejo de Investigaciones Agrícolas de India (ICAR), es la institución principal involucrada en el cultivo de bivalvos a nivel nacional y ha desarrollado técnicas para el cultivo de varias especies durante el pasado decenio (ICIPM 1978). La investigación sobre bivalvos realizada por el Instituto se remonta a los comienzos de los años 50 y actualmente se lleva a cabo en varios centros regionales.

El Centro de Estudios Superiores en Maricultura en el CMFRI del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD/ICAR) ofrece cursos de postgrado y doctorado así como programas de investigación sobre el cultivo de bivalvos. El progreso realizado en la cosecha de mejillones fue analizado recientemente en un seminario y se ha desarrollado un plan de acción para programas de investigación y desarrollo (Silas y Rao 1980).

La ciencia de la predicción del asentamiento todavía está por desarrollarse. Las épocas de desove de bivalvos bajo cultivo son conocidas y

esta información se utiliza como clave para la colocación de los recolectores de semillas. Para las ostras, los cultivadores verifican la etapa de madurez y la aparición de las larvas con charnela recta en el plancton de la bahía para determinar cuando se deben colocar los recolectores de semillas. Una vez que las semillas están recolectadas y sembradas en los sitios, permanecen dentro de la zona hasta la cosecha.

### CULTIVO DE OSTRAS

Las ostras se cultivan en regiones intermareales, bahías y estuarios. En la bahía de Tuticorin, el nivel mareal es de 0,3–1,3 m. El fondo — arena fina y fango — es firme. El promedio anual de la temperatura del agua marina es de 23,0–30,2°C y la salinidad de 26,1–34,4 ppt. Las ostras están descubiertas durante la bajamar — una condición que ayuda a controlar el fouling. En la bahía de Tuticorin, el cultivo de ostras es experimental y orientado hacia la producción (Mahadevan et al. 1980). En el estuario de Vaigai, cerca de Mandapam, se ha realizado un experimento de dos años sobre crecimiento de ostras, pero durante los monzones (noviembre–diciembre) prevaleció en el estuario el agua dulce lo que originó un alto índice de mortalidad entre las ostras (Rao et al. 1980). El nivel de salinidad anual normal del estuario de Vaigai es de 6,94–35,53 ppt, pero en algunos años se ha registrado un nivel extremo de 0,44–62,39 ppt. En Cochin, Kerala, se han realizado varios proyectos a corto plazo sobre diversos aspectos del cultivo de ostras (Purushan et al. 1980), así como en el estuario de Mulki en Karnataka (Dhulkhed y Ramamurthy 1980; Joseph y Joseph 1980), y en Goa (Parulekar et al. 1980); los datos indican que muchas bahías, estuarios, remansos y arroyuelos del país son adecuados para el cultivo de las ostras. La amplitud mareal es generalmente de un metro y el rápido crecimiento registrado en los experimentos indica que existen alimentos adecuados. La temperatura ambiente es adecuada, pero la baja salinidad durante los monzones causa mortalidad excesiva. De todos modos se podría obtener una cosecha entre los monzones cada año. La sedimentación es buena en las zonas estudiadas. El cultivo *long line* de las ostras en alta mar todavía no se ha investigado pero tiene potencial.

En Tuticorin se emplea el método de percha y bandeja para el cultivo. Cada percha (13,2 m × 2,0 m) comprende una serie de postes de teca. En la bahía fangosa se colocan dos hileras (a 2 m de distancia) de seis postes y los postes de cada hilera están conectados en la parte superior por un poste largo. Seis postes cortos conectan las dos hileras horizontalmente y se conectan las unas a las otras

por dos postes largos que corren paralelos a los otros postes largos pero colocados dentro de la estructura. Esta percha suministra una plataforma para suspender las jaulas de ostras durante la etapa de vivero o para sostener las bandejas de ostras durante la fase de crecimiento. La jaula de ostras es de 40 cm × 40 cm × 10 cm, con una tapa, y está hecha de barras de acero de 6-mm cubiertas con una malla de nilón (malla de 12 mm). La bandeja mide 90 cm × 60 cm × 15 cm, sin cubierta, y está construida de la misma manera que la jaula excepto que la red es una malla de 22 m (Mahadevan et al. 1980).

En Tuticorin se ha establecido (Nayar e Easterson 1980) un vivero experimental para ostras. Allí se ha inducido el desove de la *Crassostrea madrasensis* mediante estimulación térmica y se han criado larvas hasta un tamaño de 250 µm. El asentamiento de semillas no se ha logrado hasta la fecha. Las semillas se recolectan sobre tejas semicilíndricas en los terrenos naturales de Tuticorin. Las tejas, que miden 24,5 cm de largo y 17,5 cm de diámetro, están empapadas en una solución de 25 kg de cal en 50 L de agua marina (que puede tratar mil tejas). Después del secado, se revisten con una mezcla de 60 kg de cal, 100 kg de arena fluvial y 80 L de agua. Las tejas revestidas de cal se colocan en jaulas de hierro (100 cm × 90 cm × 15 cm), 50 por jaula. Se han probado otros materiales, como conchas de ostra y mejillón y conchas de coco, pero no resultaron tan eficaces como las tejas. La especie *Crassostrea madrasensis* tiene dos épocas de desove, abril-mayo y agosto-septiembre. Al comienzo de la temporada, las cajas con tejas se colocan sobre perchas en la granja de ostras de Tuticorin y en el riachuelo adyacente. En abril-mayo de 1979, la cantidad promedio de semillas fue de 33,5 (con un máximo de 97 y un mínimo de 11) por teja (Mahadevan et al. 1980). La temporada agosto-septiembre fue menos productiva, con un promedio de cinco semillas/teja. Más semillas (5:1) se asientan sobre la superficie cóncava que sobre la superficie convexa de la teja. En el estuario de Vaigai, cerca de Mandapam, se asienta un promedio de 2,35 semillas/m<sup>2</sup> en febrero y 11,69 semillas/m<sup>2</sup> en marzo — aproximadamente dos semillas/teja (Rao et al. 1980).

Se deja que las semillas de ostra crezcan sobre los colectores durante dos meses hasta que alcanzan un tamaño promedio de 36 mm y entonces se las despega de las tejas con un raspador de hierro. Las semillas (150–200) se colocan en jaulas de cría (40 cm × 40 cm × 10 cm) y se suspenden de los postes de la percha. Las ostras jóvenes alcanzan un tamaño promedio de 52 mm en aproximadamente 3 meses; luego son transferidas a bandejas (90 cm × 60 cm × 15 cm) sobre perchas para su crecimiento. Las bandejas contienen

150–200 ostras y se colocan de tal manera que las ostras solo están expuestas durante la marea más baja. Cada percha ocupa 26,5 m<sup>2</sup> y contiene 20 bandejas. La producción anual promedio es de 0,48 t/percha, aproximadamente 135 t (peso entero)/ha (Mahadevan et al. 1980).

El gastrópodo depredador *Cymatium cingulatum* se encuentra en la granja durante julio-diciembre y se alimenta de ostras jóvenes de 35–45 mm de largo. En 1979 causó un 15% de la mortalidad de la población (Mahadevan et al. 1980). Los gastrópodos son localizados, seleccionados y destruidos.

En la granja de Tuticorin, la especie *C. madrasensis* alcanza los 36 mm 2 meses después del asentamiento. A los 3 meses, el tamaño medio es de 52 mm; a los 8 meses, 60 mm; a los 10 meses, 74 mm; y al año 90 mm. En el estuario de Vaigai, al año, la misma especie alcanza un tamaño promedio de 86,7 mm y un máximo de 110 mm (Rao et al. 1980). Las ostras se recolectan después de un año cuando alcanzan el tamaño comerciable. En Mulki, Joseph y Madhystha (1980) observaron una concha cuya altura promedio era de 9,15 cm y 14,20 cm al final del primero y segundo año, respectivamente. Para las ostras de un año, el peso de carne húmeda es de 8–10% del peso total. El factor de condición (1000 × peso/volumen de carne seca de la cavidad de la concha) de las ostras de la granja de Tuticorin varía de 40 durante mayo-junio y noviembre (período de post-desove) a 170 durante febrero-marzo y julio-agosto (período de pre-desove).

### CULTIVO DE MEJILLONES

No existen bahías protegidas sobre el continente hindú, pero existen lagunas y bahías adecuadas para la miticultura en las islas oceánicas. El cultivo de mejillones en el continente se realiza en alta mar en aguas hasta de 10 metros de profundidad. El monzón del sudeste en el mar de Arabia y el monzón del noreste en la bahía de Bengala crean condiciones desfavorables al cultivo de los mejillones durante cuatro a cinco meses, pero como los mejillones alcanzan un tamaño comerciable en cinco o seis meses, se puede realizar una cosecha anual. Cuando se desarrolla el cultivo sumergido en balsas es posible lograr dos cosechas.

La miticultura se ha realizado en alta mar frente a Calicut (Kuriakose 1980b), en la bahía de Vizhinjam (Achari and Thangavelu 1980; Appukkuttan et al. 1980), en la bahía Dona Paula de Goa (Qasim et al. 1977), en Ratnagiri (Ranade and Ranade 1980), frente a Madrás (Rajan 1980; Rangarajan y Narasimham 1980), y en la bahía de Karwar. Easterson y Mahadevan (1980) han

examinado las condiciones ambientales de alta mar con referencia al cultivo de mejillones, y han observado que el litoral comprendido entre Karwar y Kanniyakuri, que tiene poblaciones abundantes de semillas, se adapta especialmente a la producción. El informe de Appukuttan (1980a) sobre la depredación realizada por los peces (*Rhabdosargus sarba*) y bogavantes revela que es esencial tomar medidas eficaces para impedir la depredación. No se han realizado hasta la fecha trabajos sobre el cultivo de mejillones en condiciones típicamente estuarinas. Una iniciativa realizada con el método de cultivo de postes de mejillones verdes en Kovalam cerca de Madrás fracasó porque los postes fueron arrasados por fuertes corrientes.

No se ha desarrollado tecnología de viveros para la producción de semillas de mejillón. Rao et al. (1976) han realizado trabajos experimentales sobre el desove y cría de larvas de *P. viridis* y Kuriakose (1980c) en *P. indica*. Alagaraswami (1980) examinó la producción de semillas de mejillón. El desove ocurre en mayo-septiembre y las semillas de mejillón son recolectadas de los bancos naturales durante los meses de octubre a diciembre para la cosecha de la costa occidental. El asentamiento tiene lugar en la granja misma. Las semillas se recolectan en cuerdas de nilón festoneadas en Vizhinjam. En el criadero de Kovalam, cerca de Madrás, el asentamiento es a veces bueno.

Las semillas se recolectan en tejas suspendidas desde balsas (Rangarajan y Narasumham 1980). Las balsas varían en tamaño de 5 m × 5 m a 8 m × 8 m y, como las perchas para las ostras, son una serie de postes de teca. La estructura se monta sobre 4-5 barriles de metal cilíndricos de 200-L para flotación. Cada balsa se amarra con dos anclas conectadas a la balsa con cadenas. Los mejillones jóvenes se colocan sobre las cuerdas suspendidas desde balsas. Las cuerdas son de nilón (12 mm) o de corteza de coco (14 ó 20 mm) (Kuriakose y Appukuttan 1980). Estas balsas de superficie no pueden resistir los monzones. El trabajo experimental realizado sobre balsas sumergidas bajo toda condición climática ha sido parcialmente exitoso (Rajan 1980).

Las semillas de mejillones verdes (20-30 mm) son trasplantadas y en Calicut se utilizan 500-700 g de semillas por metro de cuerda (Kuriakose 1980b). Los mejillones jóvenes son asegurados con un paño tejido de algodón de 25 cm de ancho. Las porciones sembradas de las cuerdas varían de 5 m a 8 m, y las cuerdas están suspendidas de las balsas a una distancia de 0,5-1,0, con el extremo libre más bajo a unos 2 metros de altura del fondo. Los mejillones se adhieren a la cuerda a los 2-3 días y la cobertura de tela se desintegra en aproximadamente 10 días. Las

semillas de mejillones marrones tienen 25-29 mm cuando son trasplantadas y la técnica de siembra es la misma. Se utiliza una vieja red de pesca de algodón, una venda común o un mosquitero para envolver las semillas sobre las cuerdas. Se insertan en las cuerdas clavijas de madera a intervalos regulares para evitar el resbalamiento durante la etapa inicial del crecimiento (Appukuttan et al. 1980b).

Para el período de maduración, algunos de los mejillones se trasplantan a nuevas cuerdas. En estas condiciones el crecimiento de los mejillones es bueno. De noviembre de 1978 (siembra) a abril de 1979 (cosecha), los mejillones verdes crecieron de un peso inicial de 0,57 kg a un peso final de 12,3 kg/m por cuerda (Cuadro 1). En la bahía Dona Paula en Goa, Qasim et al. (1977) se descubrió que los mejillones verdes alcanzaban el tamaño comercial promedio de 62 mm en 5 meses, período durante el cual la producción media era de 6 kg/m de cuerda. La relación del peso de la concha con el peso de carne húmeda era de 1:1 y la relación de la carne húmeda con la carne seca de 4:1.

La producción promedio de mejillones verdes en Calicut en el cultivo de altura o alta mar varió de 4,4 kg/m de cuerda en 1976-77 a 12,3 kg/m de cuerda en 1978-79 cuando las condiciones permanecieron favorables durante 5 meses (Kuriakose 1980b). En una hectárea se puede cultivar una cantidad estimada de 12.000 cuerdas sembradas. La longitud de la cuerda depende de la profundidad: frente a Calicut se pueden utilizar cuerdas sembradas de 6-7 metros.

En la bahía de Vizhinjam, la especie de mejillón marrón *P. indica* alcanza el tamaño de 55-60 mm en 8 meses, lo que representa un crecimiento promedio de 2,94 mm/mes. En la altamar adyacente, el crecimiento es más acelerado y el tamaño de 60-65 mm se alcanza en 5 meses, una tasa de crecimiento de 5 mm/mes. El peso de carne húmeda forma el 41,31% del peso total en la bahía y el 43,33% en altamar en mayo. El peso promedio de las semillas de mejillón por metro de cuerda varió de 1,4 a 2,0 kg, y en la cosecha, el peso final de mejillones fue de 10-15 kg/m de cuerda des-

Cuadro 1. Tamaño promedio de los mejillones verdes (*P. viridis*) cultivados en balsas en Calicut donde se sembraron en noviembre de 1978 y se recolectaron en abril de 1979 (Kuriakose 1980b).

	Longitud (mm)	Peso (g)		Carne (Como % del total)
		Total	Carne	
Noviembre de 1978	23,6	1,10	0,40	38,0
Abril de 1979	88,2	37,50	15,18	40,5

pués de siete meses en la bahía y de 15 kg/m después de 5 meses en altamar. Es posible alcanzar un rendimiento estimado de 150 t/ha dentro de la bahía. Achari y Thangavelu (1980) informaron tasas de producción de 10,16 kg, 15,81 kg y 22,69 kg/m en 7,9 y 12 meses, respectivamente, en la bahía de Vizhinjam.

### CULTIVO DE BERBERECHOS

El berberecho *A. granosa* se cultiva en la zona submareal de la bahía de Kakinada, donde el sitio está guarnecido por tamicos de bambú (Narasimham 1980). Se cultivan también en zonas abiertas, donde se utilizan postes para marcar el sitio.

La distribución natural de la *A. granosa* es limitada. En la bahía de Kakinada, la especie se cultiva en una región submareal que tiene un mínimo de 25 cm de agua durante la bajamar. El fondo es fangoso, compuesto de arcilla (64%), limo o lodo (25%), arena y conchas muertas. La temperatura del agua promedio por mes es de 28,9–33,5°C, la salinidad de 22,29–34,4 ppt, y el oxígeno disuelto de 4,98–7,00 ml/L (Narasimham 1980). El banco de la *Anadara* en la bahía de Kakinada es de aproximadamente 44 km<sup>2</sup>, una gran parte del cual es también adecuado para el cultivo de almejas.

La *Anadara granosa* desova durante enero-abril, y buena parte del asentamiento de semillas sobre los bancos naturales tiene lugar de febrero a mayo en la bahía de Kakinada (Narasimham 1980). Las semillas son recolectadas con una red barredera o salabardo durante la bajamar (1 m).

Se sembraron experimentalmente berberechos jóvenes de la especie *A. granosa* que median 19–29 mm (longitud media 24,3 mm; peso medio 6,7 g) a densidades de 140/m<sup>2</sup> y 175/m<sup>2</sup> (Narasimham 1980). En abril de 1981, se utilizaron semillas más pequeñas (longitud media 17,8 mm y peso 2,64 g), casi duplicando la tasa de siembra (300/m<sup>2</sup>). Los embriones son esparcidos uniformemente en la zona, desde un bote, durante la marea alta. Durante el cultivo no es necesario ningún mantenimiento. Las especies crecen en 5 meses hasta alcanzar 40,6 mm y 31,06 g en el período de cosecha (Narasimham 1980). El índice de supervivencia es de 88,6%. El peso de la carne es aproximadamente el 20% del peso total.

En la bahía de Kakinada, la producción de *A. granosa* fue de 0,39 t/100 m<sup>2</sup> en 5 meses, 2,6 t/625 m<sup>2</sup> en 5,5 meses, y 6,1 t/0,16 ha en 7 meses (Narasimham 1980). Estas cifras representan índices de producción por hectárea de 39 t, 41,6 t, y 38,1 t, respectivamente. Es notable el hecho de que, a pesar de las diferentes densidades de las poblaciones (140, 175 y 300 semillas de almejas/m<sup>2</sup>) en los tres experimentos, los resultados de la producción son consistentes.

### OTROS BIVALVOS

Otros bivalvos que tienen potencial en la India incluyen a las almejas y las ostras perlíferas. Actualmente no se cultiva capiz, pero se investigan las técnicas y los posibles sitios de cultivo son la bahía de Kakinada, la bahía de Nauxim en Goa, y las bahías de Balapur y Rann en el golfo de Kutch.

Los experimentos con almejas han sido limitados. En el estuario de Mulki, cerca de Mangalore, se ha tratado de cultivar la especie *M. casta* en el canal que conduce a la granja piscicultora estatal con el método de cultivo de fondo. Durante el período de cultivo de febrero a junio, el nivel de salinidad fue de 15,10–34,63 ppt y la temperatura de 28,7–33,4°C (comunicación personal de K.S. Rao). En el estuario Vellar, cerca de Porto Novo, se realizaron trasplantes experimentales de *M. casta* (Sreenivasan 1980), y se observa (en Mandapam y Kakinada) que la especie ha colonizado criaderos de peces/camarones. La India tiene grandes recursos de almejas, y se debería estudiar la preparación de sitios, la recolección de semillas y el trasplante en vastas zonas.

En el estuario de Mulki, la *M. casta* crece desde una longitud media inicial de 17,9 mm hasta 31,5 mm en 4 meses, y el índice de supervivencia es de 48,2% (comunicación personal de K.S. Rao). En el estuario de Vellar (Tamil Nadu), creció desde un promedio de 7,3 mm, 0,25 g en septiembre de 1976 hasta 41,5 mm y 31,34 g en septiembre de 1977 (comunicación personal de P.V. Sreenivasan).

El golfo de Mannar ha demostrado tener potencial para el cultivo de ostras perlíferas (Alagarswami y Qasim 1973; Alagarswami 1974 a, b). A diferencia de la ostricultura en otras regiones, la práctica en la India se realiza en zonas de altamar. El criadero experimental de Veppalodai, cerca de Tuticorin, ha tenido éxito y se han mantenido balsas en altamar durante casi una década. Victor (1980) ha estudiado las condiciones ecológicas en la granja de Veppalodai.

Las ostras perlíferas cultivadas temporalmente en la cuenca portuaria de Tuticorin dieron buenos resultados. Se ha establecido una granja intermareal de ostras perlíferas en Sikka, cerca de Jamnagar, en el golfo de Kutch, mientras que en la bahía de Vizhinjam se ha tenido que abandonar una granja debido a la densa sedimentación y otros problemas. Existen varios sitios potenciales para el cultivo de las ostras perlíferas en las islas de Andaman y Nicobar. La profundidad y claridad del agua, así como la ausencia relativa de biofouling y organismos horadadores, constituyen factores importantes para la selección del sitio.

En los experimentos sobre cultivo de ostras

perlíferas, Alagarswami et al. (1980a) utilizaron estimulación térmica, variación de la salinidad y control químico (utilizando NaOH, NH<sub>4</sub>OH, 'Tris-buffer', y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en la reproducción controlada. Descubrieron que al aumentar el pH y la temperatura del agua se estimulaba el desove de la *P. fucata*. Criaron (1980b) las larvas hasta la etapa con charnela recta y, en octubre de 1981, lograron el asentamiento de las semillas. Se utilizó como alimento *Isochrysis galbana*. El asentamiento tiene lugar 22 días después de la fertilización. Se obtuvieron miles de semillas que están siendo cultivadas en el criadero. Al asentarse, el tamaño promedio de la etapa plantigrada es de 300  $\mu$ m  $\times$  330  $\mu$ m. El asentamiento tiene lugar en planchas de vidrio, trozos de bambú partido y en los costados de los tanques de fibra de vidrio y las probetas.

Si bien para la producción de perlas cultivadas se utilizarán ostras criadas en viveros, las ostras madres fueron obtenidas previamente de bancos naturales. En la bahía de Vizhinjam se recolectaron semillas, principalmente a un metro de la superficie, sobre cuerdas de nilón festoneadas.

Las semillas criadas en viveros son transferidas en una primera etapa (aproximadamente 4 mm) a cajas cubiertas con malla de nilón, forradas en el interior con una tela sintética de malla fina. Allí se guardan hasta que puedan transferirse a cestas de plástico con malla rígida. Las semillas de terrenos naturales se sacan de los recolectores y, como en el caso de las semillas de viveros, son colocadas en canastas de plástico. Cuando miden dorsoventralmente 25–30 mm, se dejan crecer en jaulas de hierro (40 cm  $\times$  40 cm  $\times$  10 cm) cubiertas con una malla de nilón de 20 mm.

El número de perlas cultivadas como porcentaje del número total de ostras es 62,8% después de la implantación individual y 180,6% después de la implantación múltiple, y estas tasas pueden ser mejoradas (Alagarswami 1974b). Se ha encontrado que el crecimiento perlífero en el golfo de Mannar es 2–3 veces más rápido que en aguas templadas (Alagarswami 1975).

### PROBLEMAS Y DIFICULTADES

Silas (1980) discutió las dificultades y perspectivas del cultivo de mejillones en India, válidas también para los otros bivalvos. El interés en el cultivo de bivalvos es reciente y aunque se han desarrollado técnicas orientadas hacia la producción, todavía no se ha comenzado el cultivo comercial.

La mayor dificultad es la falta de un esfuerzo de desarrollo verdaderamente organizado, pese a la alta prioridad que India ha dado a la acuicultura. El consumo de bivalvos solo es popular entre algunos grupos aislados a lo largo de la

costa. Los consumidores en India prefieren otros alimentos, y ni siquiera las ostras se consumen ampliamente. La poca demanda resulta en un bajo precio y, en algunos casos, no se pueden asegurar retornos adecuados a la inversión, excepto a un precio ligeramente más elevado que el de los bivalvos no cultivados. Hay que incrementar la producción, la demanda del consumidor y desarrollar una estrategia comercial para los moluscos.

Se necesitan trabajos de extensión. El CMFRI ha organizado varios programas de capacitación en cultivo de bivalvos (CMFRI 1977). La transferencia directa de tecnología se efectúa mediante un programa en el cual los científicos ayudan a la población local a adoptar las técnicas del cultivo de mejillones y del cultivo de ostras (CMFRI 1979). Sin embargo, estos esfuerzos de extensión son localizados y no son suficientes.

El desarrollo del cultivo de bivalvos dependerá de medios que aseguren disponibilidad de semillas para una producción en gran escala. Si bien la abundancia de semillas de mejillón en estado natural es adecuada para las operaciones de cultivo, su recolección está en conflicto con los intereses de los productores tradicionales. Los bancos naturales de ostras son limitados y la escasez de ostras perlíferas ha impedido la realización de proyectos comerciales. La producción de semilla en vivero es necesaria para depender menos de la naturaleza. La tecnología desarrollada para la producción artificial de ostras perlíferas será aplicada a otras especies. Este avance requiere la producción masiva de algas como alimentos para las etapas larvales.

Actualmente los costos de cultivo son muy elevados y se necesitan métodos de bajo costo y medios para cultivar todo el año en alta mar. La experiencia hindú es particular ya que los sistemas de cultivo deben adecuarse a condiciones marinas desfavorables a causa de los monzones.

La tecnología postcosecha y el control de calidad deben desarrollarse al tiempo con la producción. Venkataraman y Sreenivasan (1955) investigaron la contaminación en el estuario de Korapuzha cerca de Calicut y descubrieron que los bancos de *P. viridis* en las zonas costeras poco profundas estaban constantemente contaminados y mostraban *Escherichia coli*, tipo I, durante todo el año. La contaminación llegó al máximo inmediatamente después del comienzo del monzón del suroeste. Si bien no hubo *Salmonella-Shigella* ni *Cholera vibrios*, se encontró *Paracoli*, *Proteus*, y *E. coli*, causantes de gastroenteritis infecciosa. Una vez terminado el monzón, hubo una recuperación y tanto el número de bacilos coliformes como los conteos totales fueron bajos. La contaminación de los mejillones se atribuyó a las aguas tormentosas que arrastra-

ban desechos humanos durante el monzón. La gente de la zona de Calicut creía que los mejillones eran venenosos o insalubres durante el monzón (Jones y Alagarswami 1973) y atribuían esto a la turbidez del agua, la presencia de arena y barro en la cavidad del manto, a la salinidad más baja y a una cantidad cada vez mayor de *Pinnotheres* sp. en los mejillones. Pillai (1980) descubrió que la carga bacteriológica del mejillón marrón cultivado en Vizhinjam era relativamente más alta ( $10^6$ ) que la de los mejillones de los bancos naturales ( $10^5$ ) y que la presencia de bacilos coliformes, *E. coli*, estreptococos fecales y estafilococos de coagulasa positiva eran casi continuos tanto en los mejillones como en el agua marina. Se observaron *Pseudomonas*, *Vibrio* y *Micrococcus* como flora normal en los mejillones y en el agua marina.

En agosto de 1981, se registró un caso de envenenamiento por crustáceos en la aldea Vayalur de Tamil Nadu. Murieron 3 niños y otros 82 presentaron síntomas neurotóxicos. Las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de la Nutrición de Hyderabad, indicaron que la almeja *M. casta* consumida por los atacados estaba contaminada con toxinas secretadas por dinoflagelados. Debido a los casos aislados de bivalvos contaminados en las aguas costeras, estuarios y canales, se deben tomar medidas sanitarias y de purificación de manera que resulten aptos para consumo humano antes de su comercialización.

Los análisis bacteriológicos y toxicológicos realizados en el Laboratorio de Inspección de la Administración de Fomento a la Exportación de Productos Marinos de Cochin demostró que los bacilos de *E. coli*, *Staphylococcus* y *Salmonella* no estaban presentes en la carne de ostra del criadero de Tuticorin, y que el contenido de metales pesados (mercurio, cobre y cadmio) estaba dentro de los límites admisibles.

Actualmente los bivalvos recolectados en estado natural no son purificados, se venden frescos después de su recolección. Los bivalvos cultivados y los de exportación sí son purificados. El CMFRI ha construido tanques de purificación en Tuticorin y Calicut (Nayar et al. 1980). Balachandran y Nair (1975) observaron que los mejillones que se mantuvieron vivos en agua marina durante 24 horas y luego en agua clorinada (5 ppm) durante dos horas, redujeron su contenido de arena (0,02% sobre la base peso seco de la carne) y no contenían bacterias fecales o patógenas.

#### ALMACENAMIENTO, DATOS NUTRICIONALES Y PROCESAMIENTO

El Instituto Central de Tecnología Pesquera (CIFT), en Cochin, está a la vanguardia de la

Cuadro 2. Composición aproximada (%) de mejillón (*P. viridis*) y almeja (*V. corrucochia*) luego de conservación en hielo en condiciones organolépticamente aceptables durante 8 y 9 días (Chinnamma et al. 1970).

	Mejillones		Almejas	
	8 días	9 días	8 días	9 días
Proteínas	12,13	13,82	7,63	11,05
Grasa	2,24	2,55	0,91	2,17
Glicógeno	8,31	10,58	1,31	7,91
Fósforo inorgánico	15,10	43,18	22,16	29,40
Ceniza		4,50		4,70

investigación sobre tecnología postcosecha para bivalvos, peces de aleta y crustáceos. Balachandran y Prabhu (1980a) han resumido los desarrollos de las técnicas postcosecha para los mejillones en India. Chinnamma et al. (1970) observaron que los mejillones (*P. viridis*) y las almejas (*Villorita corrucochis*) conservados en hielo durante nueve días eran aceptables organolépticamente (Cuadro 2).

Chinnamma (1974) informó que los mejillones enteros (*P. viridis*, extraídos de la concha, almacenados en hielo durante 8 días y luego congelados, solo permanecían en buen estado durante 15 semanas, mientras que la carne recién congelada permanecía en buen estado durante 40 semanas. Las almejas recién congeladas (*Villorita* sp.) permanecían en buen estado durante 35 semanas y la duración almacenada del material sobre hielo durante 8 días y luego congelado se limitaba solamente a 4 semanas.

Se han hecho también algunos trabajos sobre el desarrollo de productos de bivalvos. Muralidharan et al. (1979) desarrollaron el ahumado de mejillones. Después de secar el producto ahumado bajo el sol o mecánicamente, a un nivel de humedad del 10%, se podía almacenar sin deterioro por más de 6 meses. El rendimiento fue del 22%, y el producto incluía nitrógeno total, 8,765%; glicógeno, 22,15%; y grasas, 11,51%.

Balachandran y Nair (1975) desarrollaron un proceso para envasar almejas y mejillones en aceite de maní refinado y caliente, y Balachandran y Prabhu (1980b) observaron que el producto enlatado preparado con mejillón entero conservado en hielo, o carne recientemente extraída, tenía buenas características organolépticas hasta por dos días de almacenamiento. Los productos tenían mejor color, sabor y jugosidad que el producto enlatado de carne hervida. Balachandran y Prabhu (1980b) describieron asimismo un método para preparar escabeche de mejillón con una duración almacenada de hasta 6 meses.

Hay otros trabajos en curso. Por ejemplo, el CMFRI y el CIFT cooperan en un proyecto sobre desarrollo de productos y control de calidad;

Badonia (1980) ha envasado la ostra *C. cucullata* en varios medios; y el Proyecto Integrado de Pesquería de Cochin trabaja sobre la diversificación de productos con ostras comestibles del criadero de Tuticorin. Las ostras vivas pueden ser mantenidas fuera del agua marina hasta 30 horas sin mortalidad y pueden resistir transporte largo. Se han desarrollado productos enlatados, ahumados y enlatados y congelados.

Se han exportado bivalvos a modo de ensayo desde 1970 cuando se enviaron a la República Federal de Alemania  $6,0 \times 10^3$  kg de carne de mejillón congelada. Se ha exportado carne de mejillón enlatado a Muscat y Arabia Saudita y las exportaciones de escabeche de mejillón al Medio Oriente han aumentado. En 1981 se exportaron al Japón 6 toneladas de carne de mejillón congelada.

### PLANES FUTUROS

Hay que desarrollar un banco de datos económicos para el cultivo de bivalvos con base en operaciones piloto. La factibilidad técnica de los sistemas de cultivo para ostras, mejillones, almejas encarnadas y perlas ha sido establecida mediante experimentos y pruebas de campo en pequeña escala. Los departamentos de fomento pesquero deberían iniciar proyectos piloto para demostrar la viabilidad económica del cultivo de bivalvos.

Se ha hecho un estudio de costo-beneficio del cultivo de ostras por el método de percha y bandeja en 0,25 ha, con una producción anual de 3 t de carne de ostra. Con una inversión de Rs 19,00/kg de carne, a un precio de venta de Rs 28,00/kg, los ingresos netos antes de la deducción de impuestos serían de Rs 27000 — aproximadamente el 30% de retorno sobre la inversión. Para el cultivo de mejillones se han realizado varias proyecciones. Qasim et al. pronostican (1977) tasas de retorno a la inversión de 181% para el mejillón verde en Goa; Ranade y Ranade (1980) calculan el 168% para la misma especie en Ratnagiri; y Achari (1980) ha proyectado el 76,71% sobre capital para la producción de mejillones marrones con balsa individual en la bahía de Vizhinjam. Appukuttan (1980b) supone una tasa de ganancia neta de Rs 1480–2680 por balsa individual para la misma especie. Sin embargo, estas proyecciones deberán ser puestas a prueba en operaciones comerciales.

La política nacional para el cultivo de bivalvos debería servir para :

- Promover los moluscos como un valioso recurso alimenticio y demostrar que su utilización adecuada podría contribuir substancialmente a la nutrición del pueblo (tal vez

la educación del público para promover un consumo más amplio de los bivalvos, aun en las zonas costeras, sea la estrategia más necesaria desde el punto de vista de la producción y de la nutrición); y

- Promover el potencial del cultivo de bivalvos para aumentar la producción. Los programas de investigación y desarrollo deberían recibir fuerza y apoyo de la política nacional.

En la actual etapa del desarrollo de bivalvos, el apoyo del estado es necesario para demostrar las técnicas y probar el potencial. Los programas existentes son inadecuados : se deben organizar programas de extensión en gran escala.

Los recursos de bivalvos son grandes, pero el nivel actual de utilización no se basa en ningún programa racional. La explotación se realiza al azar y generalmente mediante un sistema abierto. Al nivel existente de demanda, la explotación no ha dado indicios de agotar sus recursos, gracias a la prolífica reproducción de bivalvos. Sin embargo, cualquier aumento tangible de la demanda — por ejemplo, la inauguración de un mercado regular de exportación — podría cambiar esta situación. Dado que los bivalvos son sedentarios, podría practicarse la sobreexplotación. Por consiguiente, se deberían desarrollar estrategias para su explotación y utilización racional.

Se explotan almejas de todas las especies para fines industriales y se utiliza poco la carne para el consumo humano. Los depósitos de concha estuarinos se consideran como recurso mineral y son explotados mediante permisos. Sin embargo, existen habitualmente almejas vivas en los depósitos de conchas y las actividades mineras representan un riesgo para las mismas, así como para la subsistencia o el sustento de las personas que las recolectan. Deben trazarse políticas que aseguren la protección de los recursos vivos.

El arriendo de aguas salobres y de las zonas costeras para el cultivo de bivalvos necesita ser estudiado inmediatamente; sin embargo, los requisitos para el cultivo de otros organismos tales como peces de aleta, crustáceos y algas deben también tenerse en cuenta para que se establezcan prioridades y asignen zonas.

También se necesita ayuda financiera. El cultivo de perlas requiere la inversión más alta, seguida de los cultivos de mejillones, ostras y almejas. Debido a que todavía no se ha establecido el sistema de cultivo comercial, los organismos financieros vacilan y necesitan estímulo.

La comercialización es también vital para el desarrollo del cultivo de bivalvos. Los mercados locales tradicionales están restringidos y los esfuerzos para explorar nuevos mercados dentro y fuera del país apenas han empezado. Los meji-

llones y las almejas deberían ir en buena parte a los mercados internos para mejorar la nutrición del sector pobre, mientras que las ostras, debido a los altos costos de producción, deberían considerarse como un artículo de exportación. Las perlas cultivadas tienen gran demanda nacional, pero también poseen un potencial de exportación.

La capacitación es esencial y debería iniciarse para diferentes cuadros de personal. Los actuales programas de capacitación ad-hoc deberían ser afianzados y relacionados con programas de desarrollo.

Es también necesario mejorar la tecnología. Existe la necesidad primordial de desarrollar viveros para la producción a bajo costo de semillas de calidad. Se deberían evaluar propiamente los terrenos, temporadas, volumen y calidad de las semillas naturales.

La tecnología de cultivo es un sector que requiere considerables mejoras y los conocimientos técnicos deberían constituir una parte esencial de la misma. Al igual que mejorar la eficiencia y reducir los costos, los investigadores deberían desarrollar sistemas adecuados para las diversas condiciones ecológicas de las diferentes regiones del país.

Las tecnologías actuales orientadas a la producción deberían estar respaldadas adecuada-

mente por investigación básica y aplicada sobre adaptaciones ecológicas, reproducción, nutrición, promoción del crecimiento, mejora genética de poblaciones, mejora de la calidad de la carne, así como diagnóstico de las enfermedades, y lucha contra las mismas.

Se debe desarrollar la diversificación de productos y el control de calidad y se deben prescribir y aplicar normas para las mismas. La purificación debería ser obligatoria para todos los bivalvos destinados al consumo humano. Asimismo se deberían verificar y controlar los niveles de contaminación en las zonas de producción.

El interés en el cultivo de bivalvos entre los gobiernos del sur y el sudeste asiático es relativamente reciente, comparado con el interés que existe en los países desarrollados donde se han cosechado comercialmente ostras, mejillones y almejas durante varios siglos. Si bien la producción en el Occidente ha estado declinando, existe un gran potencial para la producción incrementada de bivalvos en Asia y el Pacífico. Se necesita aplicar una estrategia común para promover el cultivo de bivalvos en la región, así como para aprovechar su potencial.

Hay que estimular el intercambio de información e interacción entre los científicos y el personal de desarrollo que participa en el cultivo de bivalvos en la región.

**M. Unar, M. Fatuchri y Retno Andamari** Instituto de Investigaciones para la Pesca Marítima, Yakarta, Indonesia

Indonesia posee aproximadamente  $5,8 \times 10^6$  km<sup>2</sup> de aguas costeras marítimas con abundancia de crustáceos (moluscos) económicamente importantes. La producción de moluscos en 1979 fue de  $5,1 \times 10^4$  t, y la producción total de pesca marítima fue de  $1,3 \times 10^6$  t. Los moluscos se recogen principalmente en los bancos naturales y la producción por maricultura es insignificante. El grupo más importante es el de *Anadara* spp., (kerang darah), seguido por varias especies de almejas (remis), ostras (tiram), y veneras (simpling) — todas recolectadas de poblaciones silvestres (Cuadro 1).

El estrecho de Malaca al norte de Sumatra y las aguas al norte de Java, especialmente al noreste, son fuentes importantes de *Anadara* spp. En 1979, se recolectaron  $2,8 \times 10^4$  t en el estrecho de Malaca y  $2,1 \times 10^3$  t en el norte de Java. Las veneras son capturadas por camaroneros que utilizan redes danesas (dogol) en Java central, y en 1979 la producción fue de 377 t. Las almejas se recolectaron principalmente en los estrechos de Malaca y la producción en 1979 fue de  $2,0 \times 10^3$  t. Según se informa, la pequeña almeja venérida (*Gafrarium tumidum*) es común en Teluk Bintan, en la Isla Bintan.

El actual cultivo de bivalvos en Indonesia es en buena parte experimental, si bien cinco compañías del este se dedican a la producción de ostras perlíferas, con tecnología japonesa. También se cultiva la ostra nativa de roca o de mangle,

a escala limitada, en Kanyan (Bangkalan) en la isla Madura, Java Oriental. Su cultivo en Marunda, al este de Yakarta, ha cesado porque se saca la arena con destino a la construcción.

Recientemente ha comenzado el cultivo experimental de mejillones verdes (*Perna viridis*) en Ancol (bahía de Yakarta), Mauk-Tangerang (Yakarta Occidental), y la bahía de Banten. La producción en Ancol, con el método de estaca de bambú, ha sido de 100 t/ha en 6 meses, mientras que con el método de suspensión se han obtenido rendimientos de 200 t/ha y 578 t/ha en Mauk-Tangerang y la bahía de Banten, respectivamente.

El cultivo de *A. granosa*, practicado por la gente local en Mauk de 1950 a 1969, solo consistió en recolectar semillas y esparcirlas en los bancos. La producción ascendió a 5 t/ha. Lamentablemente, esta actividad se interrumpió en 1975 por falta de semillas.

**INSTITUCIONES QUE PARTICIPAN EN EL TRABAJO CON BIVALVOS**

Las instituciones que participan en tareas relativas a los bivalvos incluyen establecimientos de investigación, autoridades administrativas e instituciones de enseñanza : el Instituto de Investigación para la Pesca Marítima (Balai Penelitian Perikanan Laut, BPPL); el Instituto Nacional de Oceanología (Lembaga Oeanologi Nasional, LON); el Muzeum Zoologi Bogor (MZB); el Gelanggang Samudera Ancol (GSA, un oceanario); la Dirección General de Pesca; y la Facultad de Pesca de la Universidad Agrícola de Bogor. Todas, con excepción del GSA, son instituciones oficiales.

El BPPL depende del Organismo de Investigación y Desarrollo Agrícolas del Ministerio de Agricultura y tiene dos direcciones o ramas que

<sup>1</sup> Trabajo presentado por Retno Andamari.

Cuadro 1. Desembarcos comerciales de moluscos en Indonesia (Direktorat Jendral Perikanan 1981).

Nombre	Especie	Desembarcos (10 <sup>3</sup> t)			
		1976	1977	1978	1979
Ostras	<i>Crassostrea</i> spp.	0,62	1,27	0,19	0,91
Veneras	<i>Amusium</i> sp.	0,08	0,08	0,45	0,48
Almejas	Varias	1,17	2,70	4,32	2,56
Berberechos	<i>Anadara</i> spp.	22,98	31,36	40,98	32,18

se ocupan del cultivo de bivalvos : la Sub BPPL Ancol y la Sub BPPL Serang-Banten. Es también el organismo ejecutorio de un proyecto de investigación y desarrollo de maricultura con sede en Banten Bay, que recibe ayuda técnica del Organismo de Cooperación Internacional del Japón.

El LON y el MZB dependen del Instituto de Ciencias Indonesio (LIPI). El LON realiza programas experimentales de cultivo, mientras el MZB estudia la distribución, clasificación y ecología de los bivalvos. El LON y el LIPI han cooperado exitosamente con el GSA, con el apoyo del gobierno de Yakarta, en el cultivo experimental de mejillones verdes. La Facultad de Pesca de la Universidad Agrícola de Bogor tiene un departamento de acuicultura que trabaja sobre bivalvos. La Dirección General de Pesca del Ministerio de Agricultura ha concentrado su interés en el desarrollo de la cosecha marítima en Indonesia.

### PRÁCTICAS DE CULTIVO

Varios métodos de cultivo se ensayan en Indonesia. En 1973-76 se ensayó la ostricultura en balsa o flotante en la bahía de Banten, y el método de percha en las aguas estuarinas de Pamanukan. En Marunda, Yakarta, los pescadores recolectaron semillas sobre colectores de conchas en febrero-marzo, cultivaron las ostras en bancos y las cosecharon después de 6 meses.

Los mejillones verdes se cultivan ya sea en estacas de bambú (de 6-8 m de largo) o en cuerdas. El primer sistema ha sido utilizado principalmente por el GSA con la cooperación de LON-LIPI en la bahía de Yakarta, y el segundo por el BPPL en Mauk-Tangerang y la bahía de Banten. Asimismo, los mejillones se adhieren a los *bagans* de bambú (trampas livianas de bambú utilizadas por la gente local) y son recolectadas como alimento de subsistencia, especialmente durante el monzón del oeste.

En la bahía de Banten el BPPL experimenta con el cultivo de bivalvos. Esta bahía, de aproximadamente 90 km<sup>2</sup>, tiene potencial para el cultivo de crustáceos y está alejada de las fuentes de contaminación. En la bahía se encuentran *Perna viridis*, *Anadara* spp., *Pinctada vulgaris* (ostra perlífera), *Musculita arcuatula* (*kupang*), y *Crassostrea* sp. (ostra).

Las semillas de bivalvos son recolectadas cuando se juzga que su número ha llegado a un máximo. Para determinar el mejor momento y lugar de recolección, los investigadores estudian las larvas planctónicas; el mayor número de larvas se presenta en la bahía de Banten de abril a mayo y de agosto a noviembre. Esta conclusión está apoyada por observaciones sobre la madurez gonádica de las ostras.

Se han hecho experimentos sobre inducción del desove del mejillón verde y sobre su desarrollo larval como base para los métodos de producción de semillas artificiales. Se ha observado que la *P. viridis* se puede inducir fácilmente al desove añadiendo medios espermáticos al agua y aumentando su temperatura de 27 a 35°C.

Como no existe cultivo comercial de bivalvos cerca de Yakarta y las islas Riau, tampoco se tiene la experiencia práctica para seleccionar los métodos de cultivo. Las pruebas de cultivo son necesarias para determinar los sitios y métodos de recolección de larvas y de crecimiento. En Ancol (bahía de Yakarta) han comenzado algunas pruebas, así como en Mauk-Tangerang y Banten. En la isla Riau se requieren ensayos tendientes al cultivo de ostras y la introducción de mejillones.

Si las pruebas confirman el potencial, el gobierno deberá :

- Establecer una granja de demostración y un programa nacional de sanidad de crustáceos
- Desarrollar un marco de trabajo legal para la acuicultura
- Invertir en la capacitación de expertos en acuicultura y maricultores, y
- Ofrecer servicios de extensión a los productores

Para la recolección de semillas se utilizan varias clases de colectores. Por ejemplo, los pescadores de Marunda utilizan conchas de ostras que son un recolector tradicional. Los colectores compuestos de tejas revestidas con cemento son eficaces y se ha informado que son mejores que las tejas comunes para la recolección de semilla de ostras. Los colectores de bambú fueron utilizados exitosamente para recolectar semillas de mejillón verde en Ancol-Yakarta y la bahía de Banten, y en la bahía de Ketapang se ha utilizado un colector tipo red.

El BPPL ha identificado la bahía de Banten como un terreno de maduración y a Mauk-Tangerang, que se está contaminando cada vez más, como un terreno para la recolección de semillas; algunos experimentos aplican este concepto a los mejillones verdes. Las semillas de mejillón (1 cm de largo), recolectadas de bagans o colectores de red suspendidas de balsas en Mauk, fueron trasplantadas a la bahía de Banten, atadas en manojos a las cuerdas mediante una red delgada y suspendidas de una balsa. Las observaciones preliminares indican que los mejillones crecen hasta alcanzar los 8 cm de largo a los 10 meses en esta bahía y que la ostra *Saccostrea cucullata* puede alcanzar a los 12 meses 5 cm de longitud. Sin embargo, existe una especie de ostra en Pamanukan que alcanza la longitud de concha de 7,7 cm en 6-7 meses.

A lo largo de la costa de la bahía de Ketapang, se recolecta semilla de mejillón de los bagans y

se adhieren a las cuerdas de maduración, con una clavija o espiga de bambú (de 30 cm de largo y 2 cm de diámetro) cada 50 cm para evitar que la masa creciente de mejillones se resbale.

### ***PROBLEMAS Y DIFICULTADES***

Muchas de las dificultades del cultivo de bivalvos en Indonesia derivan del hecho de que aún está en las etapas preliminares de su desarrollo en el país. Estadísticas, personal calificado, demanda del mercado y reglamentos sanitarios son incipientes o inexistentes. Algunas medidas para aliviar las dificultades incluyen :

- Recolectar estadísticas sobre desembarco de bivalvos con miras a identificar zonas potenciales de producción;
- Contratar expertos o capacitar a los funcionarios oficiales existentes en los conocimientos especiales de maricultura para que puedan formular planes de desarrollo de esta rama y llevar a cabo programas gubernamentales;
- Promover a los bivalvos y a sus productos como elementos alimenticios nutritivos y sabrosos;

- Instituir programas de extensión para maricultores; y
- Comenzar ahora a planificar programas de saneamiento de crustáceos — mediante la certificación, por ejemplo, de zonas limpias adecuadas para su recolección y la prohibición de la recolección en aguas contaminadas.

### ***PLANES FUTUROS***

Proyectar las utilidades del cultivo de bivalvos en Indonesia es difícil ya que no se dispone de cifras de producción y comercialización. Sin embargo, hay varios factores que sugieren la producción. Por ejemplo, Singapur podría aparentemente absorber todas las ostras producidas en varios criaderos de 100 ha (Glude et al. 1981), de modo que el desarrollo del cultivo de bivalvos en el Archipiélago Riau podría muy bien ser económicamente factible. Yakarta consumió 0,5 t de bivalvos/día en 1971. Como probablemente el consumo ha aumentado desde entonces, el cultivo de bivalvos en pequeña escala cerca de Jakarta (bahía de Banten) podría también ser económicamente viable, por lo menos en términos de la demanda.

# MALASIA<sup>1</sup>

**Ng Fong Oon, Josephine Pang y Tang Twen Poh** Instituto de Investigaciones Pesqueras, Gelugor, Palau Pinang; Dirección de Acuicultura y de Pesca Fluvial, Ministerio de Agricultura, Kuching, Sarawak; y Ministerio de Pesca, Kota Kinabalu, Sabah, Malasia

En 1979, la producción total de moluscos en Malasia peninsular fue de aproximadamente  $7,7 \times 10^4$  t, lo que constituyó un 11% de la producción pesquera total en dicho año. De la producción total de moluscos,  $6,3 \times 10^4$  t fueron de *Anadara granosa* y el resto otros moluscos (ostras, mejillones y almejas). La producción de moluscos en los estados orientales (Sabah y Sarawak) en 1979 fue baja. En Sabah, se produjeron para exportación (la mayoría de poblaciones silvestres) aproximadamente 0,17 t de ostras, y en Sarawak se vendieron en el mercado local aproximadamente 4 t de almejas (*Solen* sp.). Si bien la producción de ostras y mejillones en Malasia peninsular no apareció documentada con precisión en las estadísticas pesqueras anuales de 1979, se estimó que aproximadamente 13 t de ostras (*Crassostrea belcheri*) habían sido pescadas en el río Muar, Johore (Ng 1979), y 198 t de mejillones en los alrededores de la región de Johore (Choo 1979). No hay cifras disponibles para la producción de otros bivalvos (*Placuna* sp., *Gafrarium* sp., *Geloina* sp., *Pinna* sp., *Paphia undulata*, *Modiolus* sp., etc.), aunque se venden en los mercados locales.

## INSTITUCIONES QUE PARTICIPAN EN EL TRABAJO CON BIVALVOS

El Instituto de Investigaciones Pesqueras de Penang, el Ministerio de Pesca de Sabah y la Dirección de Acuicultura y Pesca Fluvial del Ministerio de Agricultura de Sarawak participan en estudios sobre la biología y el cultivo de almejas, ostras y mejillones. La Administración Pes-

quera de Malasia (Majuikan) participa activamente en el cultivo organizado de coquinas en la Malasia peninsular.

## PRÁCTICAS DE CULTIVO

Hasta hace poco no se había realizado ningún cultivo organizado de ostras. Los primeros trabajos registrados sobre cultivo de ostras fueron los estudios experimentales del cultivo en balsas realizado por Okada de 1960 a 1963 (Okada 1963). Las ostras se propagan hoy día durante determinadas épocas en el río Muar de Johore con métodos de cultivo de fondo que utilizan como colectores conchas de ostra. El Instituto de Investigaciones Pesqueras lleva a cabo actualmente investigación sobre el cultivo desde balsas de la *Ostrea folium*, utilizando redes y cuerdas de polietileno como recolectores en Pulau Langkawi, Kedah (Ng 1979).

En Sabah, la ostricultura experimental comenzó en 1970 en Sandakan y más tarde en Tawau y Labuan. Se han utilizado dos especies, *C. belcheri* y *Saccostrea cucullata*. Además, se establece ahora una estación experimental para *A. granosa*. Las semillas iniciales de repoblación provendrán de una fuente comercial de Malasia peninsular. En 1973 hubo experimentos sobre el establecimiento artificial del mejillón marrón (*Modiolus philippinarum*) junto con el proyecto de ostricultura. No se han hecho nuevas pruebas con los mejillones por falta de personal técnico y fondos, pero se espera reactivar el proyecto en el Cuarto Plan de Malasia.

El Ministerio de Agricultura trabaja experimentalmente con ostricultura en Sarawak, utilizando tres métodos de cultivo. El método de balsa para ostras cultivadas en condiciones costeras donde la sedimentación es comparativamente alta y el nivel mareal a menudo llega hasta los 5,5 m. Este método es también adecuado en regiones donde el nivel del agua permanece alto durante la marea baja. Los métodos de poste y percha son intermareales y fijos utilizados tanto en la recolección de semillas como en la maduración, generalmente en lugares donde el gradiente es gradual, la sedimentación un problema menos serio, y el período de exposición de las ostras mínimo. La

<sup>1</sup> Este trabajo es una recopilación basada en tres ponencias diferentes presentadas por los autores durante el seminario. Se agradece la cooperación de los autores en la preparación de esta ponencia nacional.

combinación de los métodos de poste o percha con balsa ha resultado de lo más eficaz: las semillas son transferidas, tanto con los recolectores como sin ellos, y cultivadas en cajas o bandejas suspendidas de la balsa.

El Instituto de Investigaciones Pesqueras ha tenido éxito con el cultivo de mejillones en los estrechos de Johore, mediante el método de balsa y el uso de cuerdas de polipropileno como recolectores (Choo 1979).

El cultivo de berberechos comenzó hacia 1948 en la aldea de Bagan Panchor, Perak; desde entonces se ha difundido rápidamente y convertido en una de las más importantes industrias de acuicultura en Malasia. Actualmente es el sistema de cultivo mejor organizado de la Malasia peninsular. El cultivo masivo es practicado hoy día por Majuikan o por medio de cooperativas a lo largo de la costa occidental de la Malasia peninsular; en la costa este, Majuikan ha utilizado algunas pequeñas zonas (lagunas) para su cultivo.

En Sarawak, se siembran semillas de berberechos silvestres en bajíos fangosos costeros preparados a este fin. De 1954 a 1967 existía un cultivo considerable de estos en el delta de los principales ríos del sudoeste de Sarawak (Harrisson 1970). La mayoría de las parcelas tenía límites naturales, pero donde se carecía de estos, se les marcaba de otro modo. La densidad de siembra era de 2 kg y 6,5 kg de semillas/m<sup>2</sup>.

Los sitios para el cultivo de ostras y mejillones deben estar protegidos de vientos fuertes, acción de las olas, depredadores y organismos fouling, deben ser además accesibles a las poblaciones cercanas porque requieren la participación local, y no estar excesivamente contaminados.

El cultivo de berberechos puede realizarse en bajíos costeros de lodo blando de por lo menos 45-75 cm de espesor. La zona de cultivo debe estar libre de depredadores (p.ej. moluscos xilófagos como *Natica maculosa* y peces como las rayas) y de contaminantes industriales y domésticos excesivos; la salinidad del agua debe estar entre 18 ppt y 30 ppt.

### VIVEROS

En el río Muar de Johore, las conchas de ostras han resultado ser los recolectores más adecuados de semillas del *C. belcheri*, mientras que en Sabah y Sarawak se encontró que el mejor era el amianto acanalado para techo. En Pulau Langkawi los mejores colectores para la *Ostrea folium* resultaron ser las cuerdas y redes de polietileno. Para el cultivo de mejillones en los estrechos de Johore, el colector más eficaz demostró ser la cuerda de polipropileno.

La predicción del mejor momento para montar el colector, en el caso de las ostras y los mejil-

lones, depende de las condiciones meteorológicas y la confirmación por análisis cuantitativo de los arrastres de plancton, del número de larvas en el agua.

En Malasia, los asentamientos de ostras y mejillones ocurren durante todo el año, pero existen dos momentos cumbres. En Palau Langkawi, al noroeste de Malasia peninsular, el primero para las ostras es marzo-mayo y el segundo septiembre-diciembre. En Sarawak, el primero es también marzo-mayo, y el segundo noviembre-diciembre. En Sabah, el primero es abril-junio y el segundo octubre-noviembre. El asentamiento más intenso ocurre 2-3 semanas después de una fuerte y repentina precipitación fluvial y dura 2-3 días. El primer momento cumbre para el asentamiento de mejillones en Selat Trebrau, Johore, se registra en noviembre-febrero y el segundo en mayo-junio. El asentamiento de berberechos se presenta en regiones y estaciones definidas, generalmente de fines de junio a fines de noviembre con un máximo en septiembre y octubre.

### MADURACIÓN

El cultivo de fondo practicado para las ostras en el río Muar no requiere terrenos especiales para la maduración. Se utiliza el mismo terreno para la recolección y la maduración. El método de balsa para la *O. folium* que utiliza materiales de polietileno como recolectores, tampoco requiere terrenos de maduración, y las semillas se dejan sobre los colectores para que crezcan hasta alcanzar el tamaño comercial. El raleamiento solo se realiza cuando las ostras se han apiñado demasiado. En Sabah, donde se utiliza el método de percha y balsa con bandeja, las semillas se recolectan de los tributarios de la bahía de Cowie, se conservan en cajas sobre perchas durante aproximadamente 4 meses y posteriormente se transfieren a perchas intermareales más altas para su enduramiento. Después de dos meses, las mismas (3-5 cm) se sacan del recolector y se crían en bandejas suspendidas desde balsas.

En Sarawak, los recolectores se transfieren por lo general del terreno de captura a otra zona. Debido a que el litoral de Sarawak está expuesto, las únicas zonas de maduración adecuadas son los estuarios o los manglares pantanosos de aguas salobres. Estas zonas no solo están protegidas de la fuerte acción de las olas, sino que la salinidad más baja del agua minimiza el fouling de lapas o balanos. Los mejillones se crían sobre el recolector hasta que alcanzan el tamaño comercial, pero son raleados en nuevos recolectores cuando se hacen demasiado numerosas o se apiñan demasiado.

Las semillas de berberechos de las zonas naturales son transferidas a zonas de cultivo y espar-

cidas uniformemente. Para recoger las semillas y trasladarlas se utilizan cucharas de malla metálica con mangos largos. A medida que crecen las semillas se ralean los bancos y se trasplantan a otras zonas. Este enfoque permite un rápido crecimiento.

La *Crassostrea belcheri* cultivada en Sabah crece hasta unos 14 cm de largo con un peso cárnico de unos 14–21 g, después de 1 año. El factor de condición varía entre 115 y 135 puntos sobre la escala estándar de 50–150 para ostras. La *Ostrea folium* cultivada en Pulau Langkawi alcanza una longitud aproximada de 6–7 cm (tamaño comerciable) en 10–12 meses, con un peso cárnico promedio de aprox. 4–5 g. La *Mytilus viridis* cultivada en los estrechos de Johore alcanza un tamaño comerciable (7 cm) en aproximadamente 5–7 meses. Los berberechos crecen hasta alcanzar más de 2,5 cm de largo (tamaño comerciable) en 6–8 meses.

En Sarawak, los promedios de crecimiento de las dos especies de ostras (*C. cucullata* y *C. rivularis*) han sido examinados en condiciones experimentales, y la *C. cucullata*, una especie pequeña, alcanzó un tamaño promedio de 45 mm en 1 año, comenzando de una semilla de 5–mm. Este promedio se compara con el de la misma especie hallada en aguas de Singapur donde el crecimiento promedio registró 26,96 mm en 10 meses (Tham et al., 1970); la *C. rivularis* mostró un crecimiento mucho más rápido y fácilmente alcanzó una longitud promedio de 7,5 mm en 1 año. Lamentablemente, no hay semillas de esta especie disponibles en cantidad suficiente.

Las perchas y balsas utilizadas para la cría de ostras en Sabah y Sarawak emplean como soporte la madera de belian (una madera dura pesada, *Eusideroxylon zwageri*) y otras maderas apropiadas. Todos los materiales están revestidos con una capa de compuesto bituminoso para protegerlos contra los horadadores marinos y evitar la herrumbre de las partes metálicas. Barriles de petróleo y flotadores sintéticos mantienen las balsas a flote.

En Pulau Langkawi y los estrechos de Johore utilizan bloques de 'styrofoam' y canecas plásticas. Las balsas están hechas normalmente de madera meranti, revetida con alquitrán o sustancia antifouling.

### ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN

El cultivo de ostras y mejillones se realiza actualmente en pequeña escala, particularmente en la Malasia peninsular donde se hace a tiempo parcial. El cultivo de fondo de las ostras en el río Muar cuenta con la participación de unos 20 pescadores en una zona de aproximadamente 16 ha.

Los pescadores recolectan las ostras buceando durante la marea baja. Todavía no se han introducido aparatos mecánicos (rastras) debido a la posibilidad de dañar el banco de ostras. Las ostras son recolectadas y descarnadas y las conchas vacías se vuelven a arrojar inmediatamente al río. Solamente se guardan las ostras de tamaño comercial; las ostras inmaduras se vuelven a arrojar al río. Un pescador laborioso puede producir un promedio de 1–2 kg de carne de ostra/día aproximadamente; sin embargo, cuando la producción de ostras es baja, el pescador dedica más tiempo a la pesca y esto permite a la población ostrífera recuperarse. Se estima que con este sistema se producen más de 12 t de ostras (descarnadas)/año.

En Pulau Langkawi, las mujeres cosechan diariamente durante la marea baja ostras de 4–5 cm de largo. No se sabe cuánta gente participa en estas tareas. El cultivo experimental de ostras llevado a cabo por el Instituto de Investigaciones Pesqueras indica que existe potencial para la ostricultura y los estudios de viabilidad van progresando. Se prevé que el cultivo de ostras desde balsas a tiempo parcial puede ser realizado por la gente local.

En Sabah, las ostras son cultivadas comercialmente por las cooperativas. La productividad del sistema de percha y balsa con bandeja se estima aproximadamente en 18 t/ha cada año (Kamara et al. 1976).

Los piscicultores cosechan mejillones en los estrechos de Johore a tiempo parcial, pero se prevé que en el futuro esta tarea será realizada por unidades familiares. Con el cultivo en balsas se estima que pueden producirse anualmente 315 t/ha.

El cultivo de berberechos puede realizarse de tiempo completo o parcial. Los bancos están mantenidos por unas cuantas personas que trabajan por turnos. Para supervisar los bancos de cultivo día y noche durante todo el período de cultivo se necesitan dos personas de tiempo completo. Se contratan a trabajadores a destajo que trabajan parcialmente durante la siembra y la cosecha. La siembra la realiza normalmente personal dedicado a la pesca con un salario de \$1,20–\$3,00/saco de berberechos recolectados (el sueldo depende de la experiencia). Un banco promedio de aproximadamente 1 acre (0,4 ha) produciría aproximadamente 16 t anuales; en bancos bien administrados y fértiles, el rendimiento podría duplicarse fácilmente.

### PROBLEMAS Y DIFICULTADES

Los principales problemas que afectan la ostricultura en la Malasia peninsular son el fouling de

otros organismos sedentarios y las algas, la depredación de los cangrejos xántidos (*Myomenippe granulosa*) y las estrellas de mar, la sedimentación y el escaso asentamiento de las semillas. La ostricultura en el río Muar está afectada por el escaso asentamiento (quizá debido a la sedimentación) y el fouling de las algas. Pulau Langkawi ha experimentado una drástica disminución del asentamiento en los últimos dos años. La depredación perpetrada por los cangrejos xántidos y las estrellas de mar y la competencia de otros organismos sedentarios (briozoarios, esponjas y lapas) han afectado seriamente los esfuerzos de cultivo realizados por el Instituto de Investigaciones Pesqueras.

En Sabah, el alto costo del cultivo, especialmente de los colectores, puede convertirse en el obstáculo principal. En los últimos años, se registraron dos mortandades masivas de ostras (*C. belcheri* pero no *S. cucullata*) en la estación de cultivo. Las causas del primer incidente son desconocidas, las de mayo de 1981 probablemente fueron los bruscos cambios ambientales. La tala y quema de árboles cerca de la estación de cultivo, combinada con las fuertes precipitaciones fluviales, causaron un brusco cambio del pH y la temperatura y una alta sedimentación en el sitio.

La falta de personal técnico está afectando el fomento de la ostricultura por parte del Ministerio de Pesca de Sabah. Se ha establecido la técnica básica de la ostricultura, pero ahora hay que enseñarla a los interesados. Para iniciar y estimular la cría de ostras, los organismos implicados necesitan introducir la capacitación básica en ostricultura, asegurar un suministro de semillas y prestar asesoramiento sobre los sitios de cultivo. Hay que dar también información sobre producción y manejo, cosecha y manipulación de las ostras. El otorgamiento de subsidios para reducir el costo inicial de desarrollo al ostricultor individual podría ayudar de manera considerable al establecimiento de la cría de ostras. Además, se deben llevar a cabo investigaciones para acrecentar las utilidades.

En Sarawak, los principales problemas consisten en un suministro limitado de semillas deseables y en las dificultades para localizar terrenos adecuados para el cultivo. Si bien allí se encuentran varias especies de ostras, solo la *S. cucullata* es abundante. Sarawak cuenta con extensos manglares pantanosos y un largo litoral que tiene potencial para el desarrollo de la acuicultura, pero no se han identificado grandes zonas protegidas adecuadas para el cultivo comercial de las ostras.

La mayoría de los estuarios y ríos están sujetos a una alta sedimentación y tienen bajas densidades de plancton, alimento esencial para las ostras. Además, se carece de bahías protegidas

y el litoral está sujeto a un oleaje violento, especialmente durante la época de los monzones. El nivel mareal excesivamente alto (más de 5,5 m) constituye asimismo una desventaja. Otros problemas son el fouling de las lapas y crecimientos acuáticos, así como la depredación de los cangrejos y horadadores de ostras. Las zonas seleccionadas para el cultivo de ostras en pequeña escala no están afectadas actualmente por la contaminación.

La principal dificultad que afecta a la miticultura en Malasia es la poca aceptabilidad por parte del consumidor.

El cultivo de berberechos en Malasia peninsular no está afectado por problemas serios, si bien se han registrado fracasos ocasionales en los bancos de cultivo. Estos fracasos pueden haber sido el resultado de la pobre selección de los sitios o de demoras en el transporte de semillas a los bancos de cultivo. Otros problemas incluyen el pillaje durante la noche en Perak y el cultivo y la exportación ilegal de semillas a Tailandia. El suministro de semillas se convertirá probablemente en un problema si el cultivo aumenta y si se continúa exportando la semilla. Sin embargo, los problemas más apremiantes en el futuro serán el aumento de contaminantes industriales y domésticos, a medida que se desarrollan pueblos y ciudades y se establecen más industrias pesadas a lo largo de la costa occidental de Malasia peninsular.

En Sarawak, las principales fuentes de contaminación son las aserraderos y las fábricas de partículas de madera y sagü. Aunque se han introducido medidas anticontaminantes, es posible que muchos bancos naturales ya hayan sido destruidos. La cría de berberechos es regular en Sarawak desde 1954, pero nunca se ha convertido en parte establecida de la vida costera, porque las semillas son difíciles de obtener y la cosecha es irregular. Actualmente los principales obstáculos son la escasez de semillas y las dificultades en localizar sitios adecuados. Además, por la alta demanda del mercado, los berberechos se cosechan mucho antes de alcanzar el tamaño legal (31,8 mm) adoptado en Malasia peninsular. Si se logra persuadir a los cultivadores de esperar el tamaño de la reproducción, se podrá contar con semillas. Actualmente, estas se importan de Malasia peninsular, y el tiempo de traslado hasta el sitio de cultivo es causa habitual de una alta mortalidad.

### MANEJO POSTCOSECHA

En muchos países que tienen industrias ostríferas o de mejillones, hay que realizar estudios sanitarios y de contaminación antes de conceder permisos de cultivo en una región. Afortuna-

damente, Malasia no está tan afectada por la contaminación como otros países. La ostricultura y la miticultura todavía están en su infancia y la mayor parte de las regiones de cultivo no están afectadas por contaminantes industriales o domésticos. Por tanto, actualmente no se efectúa control sanitario. Asimismo, los berberechos se cultivan generalmente en zonas que no están afectadas por los contaminantes. Sin embargo, a medida que crecen las industrias y la población, la concentración de bacterias patógenas así como de metales pesados (cobre y zinc) requerirá supervisión. El Instituto de Investigaciones Pesqueras ha adquirido recientemente equipo para supervisar los metales pesados y en el futuro se podrá realizar una supervisión periódica de las aguas costeras.

Las ostras cosechadas del río Muar se descarnan manualmente y se abren con cuchillo. Las ostras descarnadas son pesadas y vendidas a los intermediarios que las venden a los minoristas o a las fábricas de salsa de ostras. Las ostras producidas en esta región se destinan al consumo local, pero algunas se envían a Singapur. La refrigeración no es necesaria, pero se utiliza hielo picado para mantener la carne fresca. Igualmente, la carne de ostra cosechada en la región de Pulau Langkawi se vende indirectamente en los mercados abiertos o se despacha en barco al continente.

Los mejillones se venden en su concha en el mercado abierto en Johore Baru.

El procesamiento de mejillones y ostras mediante secado o conservación en latas todavía no se lleva a cabo en Malasia peninsular, pero los berberechos se procesan en salsa de soja y se enlatan para exportación. Aquellos cosechados en los bancos de cultivo se venden localmente en sacos o se exportan a Tailandia.

### *PLANES PARA EL FUTURO*

Según Quayle (1975), los problemas biológicos de la ostricultura en los trópicos son más complejos que los asociados con el cultivo en aguas más frías (países templados) y, por consiguiente, las soluciones rápidas son poco probables. El alto costo implicado en la producción de ostras en Pulau Langkawi y los bajos precios de mercado no justifican actualmente la producción comercial. La ostricultura en Pulau Langkawi requeriría considerables insumos financieros y laborales y las ventajas sobre la recolección de ostras de ambiente natural no justifican la inversión.

El Instituto de Investigaciones Pesqueras ha emprendido estudios para mejorar las técnicas de cultivo, resolver problemas como la depredación por cangrejos y estrellas de mar, y localizar zonas adecuadas con poca depredación y competencia de otros organismos sedentarios.

El Instituto ha demostrado ya que la miticultura en Malasia tiene buen potencial como fuente de proteínas de bajo costo. El cultivo desde balsas es muy productivo en los estrechos de Johore y es posible que a lo largo de la costa se encuentren otras zonas adecuadas para el cultivo. El escaso mercado existente para este bivalvo constituye un obstáculo, pero, como los precios del pescado, el camarón y la carne continúan aumentando, es posible que la demanda de mejillones aumente. Por consiguiente, el ritmo con que se desarrolle el cultivo de mejillones dependerá en parte de la demanda y los precios del mercado. Se prevé un aumento tanto en la demanda como en el precio de los mejillones si las técnicas de cultivo reciben amplia publicidad. Las condiciones biológicas y ecológicas en los estrechos de Johore son muy favorables a la miticultura y, si se pueden desarrollar 10 ha de los estrechos de Tebrau o de Johore para el cultivo de mejillones en el decenio venidero, la producción de carne picada ascendería a  $3,0 \times 10^3$  t/año (Ong 1981) aproximadamente.

El cultivo de berberechos ya está establecido y se expande rápidamente en Malasia peninsular. Actualmente, se utilizan unas  $1,6 \times 10^3$  ha de bajos pantanosos a lo largo de la costa occidental para su cultivo. La zona potencial es probablemente el doble de dicha superficie.

La producción podría aumentar no solo explotando nuevos sitios o introduciendo nuevos sistemas para el cultivo de moluscos, sino también luchando contra plagas, depredadores y enfermedades. Con el potencial actual, la producción de moluscos en Malasia podría duplicarse dentro de pocos años. La División de Pesca de Malasia fomenta actualmente el desarrollo de la acuicultura mediante la investigación y la extensión. Ya los hallazgos principales de la investigación sobre biología y cultivo de berberechos han ayudado a su industria. Si bien se han identificado las larvas de berberecho (Pathansali 1963), solo recientemente se ha hecho alguna tentativa de reproducción y cría para asentamiento. Esto se ha llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones Pesqueras que también está realizando esfuerzos para identificar nuevos sitios de cultivo para los moluscos mencionados en este trabajo y para mejorar las técnicas actuales de cultivo. Además, el Instituto ofrece capacitación y asesoramiento técnico a los criadores.

Hasta la fecha, el Ministerio de Pesca de Sabah ha suministrado asesoramiento sobre sitios para ostricultura, información sobre técnicas básicas de producción y semillas de ostra gratuitas para iniciar dicha empresa. El Ministerio espera aumentar la producción ostrífera fomentando la cría de ostras en pequeña escala por familias, lo que beneficiaría a los habitantes costeros de las

zonas rurales. Inicialmente, estas empresas podrían realizarse a tiempo parcial, pero cuando se tenga la suficiente capacidad y experiencia, se estimularía a los cultivadores para expandir sus operaciones a tiempo completo. Esta estrategia está en consonancia con los objetivos del Cuarto Plan de Malasia para aumentar la producción alimentaria y elevar los niveles de vida de los sectores rurales. Si bien la estrategia a largo plazo tendría por objetivo una industria orientada hacia la exportación, primero deberían fomentarse las operaciones de cultivo realizadas por la familia en pequeña escala.

En Sarawak los estudios están concentrados actualmente en el desarrollo de técnicas de cultivo y en los aspectos económicos de la ostricultura. El Ministerio de Agricultura ayuda al pueblo costero interesado a establecer parcelas de ostras mediante un plan de subsidios. Sin embargo, en vista de las dificultades que existen para obtener grandes especies de ostras, se concentrará la atención en determinar el potencial de cultivo de la *C. cucullata*. En cuanto a berberechos, el Ministerio aspira a continuar su programa de repoblación que tiene por objeto la producción local de semillas.

## PAPUA NUEVA GUINEA

*J.M. Lock Ministerio de Pesca,  
Konedobu, Papua Nueva Guinea*

El cultivo de bivalvos no ha tenido relativamente mayor importancia en el desarrollo pesquero de Papua Nueva Guinea. Actualmente solo hay cultivo de ostras perlíferas, limitado a unos pocos criaderos pequeños en aldeas, remanentes de una operación mayor a los comienzos de los 70.

Varios planes han sido propuestos para revitalizar la pesca perlífera, principalmente entre los artesanos de las aldeas y es probable que se inicie pronto un programa. El gobierno está haciendo énfasis en el desarrollo de la pesca artesanal y de subsistencia y, dado que la pesca de perlas ha sido administrada exitosamente al nivel de las aldeas, es una opción lógica para el desarrollo futuro de la pesca costera.

### DESARROLLOS EN EL PASADO Y PERSPECTIVAS FUTURAS

A los comienzos de los 70, existieron dos centros de cultivo de perlas — las únicas tentativas comerciales en el cultivo de bivalvos. En Fairfax Harbour, Port Moresby, una empresa australiano-japonesa realizó operaciones entre 1965 y 1975 y produjo unas 40,000 piezas/año de ostras de labio dorado (*Pinctada maxima*). Las semillas se importaban de la bahía de Kuri en Australia occidental dado que los suministros locales no se consideraban suficientes. La alta mortalidad de las poblaciones de bivalvos, derivada posiblemente de la contaminación en el puerto, obligó al cese de operaciones.

Más interesante para los planes futuros de Papua Nueva Guinea fue el desarrollo de un centro de cultivo perlífero en la región de la bahía de Milne en el extremo oriental del país. Aquí, en 1966, un cultivador de perlas experimentado seleccionó un sitio sobre la isla Dagadaga (llamado más tarde Pearl Island) para un criadero privado. En 1972, el criadero realizaba operaciones técnicamente eficaces. Se cultivaban tanto ostras de labio negro (*P. margaritifera*) como de labio dorado, y la recolección de semillas de ostras de labio negro en cuerdas de nilón obtuvo éxito. El paso siguiente consistió en implicar a los isleños locales mediante el establecimiento de

pequeños criaderos cercanos en una variedad de aldeas. En 1975, se habían establecido 15 criaderos en cuatro islas, con un total de 20 balsas de cultivo. Los cultivadores formaron la Asociación de Cultivadores Perlíferos de la Bahía del Milne con 250 miembros activos. Se estableció una escuela de capacitación donde se daban materias como establecimiento y manejo de criaderos, técnicas de cultivo y procesamiento y manipulación de las perlas. Toda la producción estaba basada en medias perlas. Los núcleos y la goma eran suministrados por el cultivador experto a quien se enviaban las perlas para su procesamiento. Los joyeros de Pearl Island y más tarde también los de Port Moresby hacían botones de perlas, anillos, aretes, pendientes y otras joyas de fantasía.

Lamentablemente, los problemas financieros y de otra índole llevaron al cese de actividades de la Asociación de Cultivadores de Perlas. Solo un puñado de cultivadores y el experto producen todavía. Sin embargo, la experiencia abrió el camino para futuros programas y se considera que con el respaldo financiero adecuado, el cultivo de perlas a nivel artesanal puede ser factible. Los aldeanos están entusiasmados con el reestablecimiento del cultivo porque éste les suministra una fuente de ingresos sin alterar sustancialmente su modo de vida.

Se han realizado varios experimentos sobre explotación de ostras comestibles (Ostreidae), pero todavía no se ha emprendido la producción comercial. En el litoral de Papua Nueva Guinea existen por lo menos 8 especies o variedades de ostras. De éstas, se podría considerar para el cultivo la gran ostra labio-negro (*Crassostrea amasa*) y la ostra láctea (*C. echinata*). Ambas forman densos racimos en zonas intermareales de puertos y bahías. Los estudios de asentamiento y condición gonádica indican que, en la región de Port Moresby, no poseen un ciclo reproductivo claramente definido y tal vez desovan esporádicamente durante la mayor parte del año. El hecho de que la condición gonádica parece variar puede ser la causa de que en algunos mercados extranjeros las ostras de roca o anomiidos no inspiren confianza. Otro obstáculo para el desarrollo de una industria ostrífera es la presencia de mareas rojas estacionales (*Pyrodinium bahamense*) y el riesgo asociado del envenenamiento paralizador causado por crustáceos en muchas

regiones. Para superar esta dificultad, será necesario prohibir las ventas de ostras en períodos específicos durante y después de las estaciones de mareas rojas o localizar los criaderos de ostras en zonas libres de mareas rojas. Esto último limitaría el cultivo de ostras a la zona continental al oeste de Port Moresby en la costa meridional y al oeste de Lae en la costa septentrional.

Se ha investigado la posibilidad de la recolección de semillas como primer paso para iniciar un cultivo comercial de ostras comestibles. Ya en 1955, se establecieron postes de mangle en el puerto Port Moresby y en sitios próximos, pero los resultados no fueron estimulantes. Alrededor de Port Moresby, el limo causó la mortalidad entre las semillas y también fracasaron los experimentos en otros sitios, tales como Yule Island, en el golfo de Papua. En 1960-63, se realizaron experimentos extensivos en la bahía de Milne y la semilla fue abundante. Si bien se detuvo el proyecto, el mismo indicaba que la costa era capaz de suministrar ostras en cantidades suficientes para el cultivo comercial de bivalvos. Las aguas cálidas en torno a Papua Nueva Guinea aseguran tasas de crecimiento rápidas y las ostras podrían muy bien alcanzar el tamaño comercial en 18 meses. Además, se observó que la calidad de las ostras enviadas de Milne a Australia era aceptable.

El Departamento de Zoología de la Universidad de Papua Nueva Guinea ha emprendido una investigación relativa al cultivo de bivalvos. Se han estudiado las almejas tridácnidas por varios años y las conclusiones indican que la *Tridacna gigas* es adecuada para la maricultura. Se pueden alcanzar pesos de 29 kg en 6 años y, si bien las almejas maduras exhiben un alto grado de autotrofia, las juveniles pueden filtrar los alimentos para satisfacer sus necesidades nutritivas. El desove inducido y el cultivo en masa de larvas y juveniles de *T. gigas* no ha sido logrado en Papua Nueva Guinea, pero no constituyen importantes obstáculos porque han sido producidas en otra región (Beckvar 1981). De aproximadamente 1 cm de longitud, las almejas juveniles podrían ser criadas quizás en bandejas flotantes hasta que fuesen suficientemente grandes para ser criadas en lugares adecuados. Dado que existe una gran demanda de músculos aductores secos, y como la carne del manto y de los órganos internos sirve de alimento a los pueblos costeros en muchas regiones del Pacífico, la comercialización no debería constituir un problema. Así pues, existe potencial para el cultivo de almejas tridácnidas en Papua Nueva Guinea y, una vez que finalice la investigación, se debería lanzar un proyecto-piloto de maricultura para investigar el potencial comercial.

# FILIPINAS<sup>1</sup>

*Adam Young y Evelyn Serna Departamento de Acuicultura, Centro de Desarrollo Pesquero del Sudeste Asiático, Ciudad de Iloilo; y Ministerio de Recursos Naturales, Oficina de Pesca y Recursos Acuáticos, Ciudad de Quezón, Filipinas*

Por mucho tiempo las poblaciones naturales de ostras y mejillones han sido recogidas como alimento por las comunidades costeras de Filipinas, y el cultivo de bivalvos comenzó a principios de 1900. Los primeros criaderos no constituían más que una serie de postes de bambú insertos en el fondo fangoso de la bahía de Manila en Bacoor Cavite. En mayo de 1934, la Oficina de Pesca y Recursos Acuáticos (BFAR), estableció un criadero piloto de ostras en Binakayan, provincia de Cavite, en Luzón, que pronto se convirtió en una lucrativa industria. En 1950, existían aproximadamente 200 ha de granjas privadas en la bahía de Bacoor, pero en las postrimerías de los 50, aparecieron los mejillones y amenazaron la industria. La respuesta de la BFAR fue iniciar granjas para el cultivo de mejillones y los resultados condujeron al establecimiento de una industria de mejillones que demostró ser por lo menos tan lucrativa como la industria ostrícola.

La cría de capiz (*Placuna placenta*) comenzó en las postrimerías de los 40 en los bajíos mareales de la bahía de Bacoor, utilizándose las delicadas y transparentes conchas de *Placuna* para el vidriado de ventanas y la artesanía de conchas. Sin embargo, a comienzos de los 70, la bahía se contaminó cada vez más, las poblaciones ostrícolas no pudieron sobrevivir y hasta hoy día no se encuentran en las aguas de la bahía.

<sup>1</sup> Este informe nacional es una versión basada en dos trabajos diferentes presentados por los autores durante el seminario. La introducción general fue extraída de ambas ponencias; las secciones sobre mejillones, capiz y otros bivalvos fueron redactadas por Adam Young; y Evelyn Serna redactó las secciones sobre ostras, economía del cultivo de moluscos y perspectivas futuras y recomendaciones. Se agradece la cooperación de los autores en la preparación de este informe.

## PRODUCCIÓN

En 1979, los bivalvos producidos para alimento fueron: mejillones verdes (*Perna viridis*)  $2,95 \times 10^3$  t; almejas rojas (*Anadara* sp. y *Arca* sp.)  $1,95 \times 10^3$  t; ostras (*Crassostrea iredalei* y *Saccostrea* sp.) 799 t; veneras (*Amusium pleuronectes*) 62 t; y almejas (*Paphia* spp.) 47 t. La producción total había aumentado de  $5,9 \times 10^3$  t en 1976 a  $9,0 \times 10^3$  t (Cuadro 1).

Existen 22 especies comercialmente importantes en el país (Cuadro 2), pero de las especies vendidas internamente, sólo los mejillones *P. viridis* y las ostras *C. iredalei* se cosechan comercialmente. Sin embargo, los criaderos comerciales — que varían en tamaño de 100 m<sup>2</sup> a 2 ha — representan el 75% de la producción de mejillones verdes y el 60% de la producción ostrífera. La mayoría de los otros bivalvos se recolecta en estado natural. Las ostras perlíferas son recolectadas más por su concha y perlas que como alimento. Se ha investigado la composición en nutrientes de los mejillones verdes, de las ostras *C. iredalei* y de las capiz (Cuadro 3).

Las prácticas de cultivo actuales son tradicionales pero apropiadas a las condiciones locales. Los postes de bambú sirven tanto de sustrato para los mejillones y las ostras como de percha para la suspensión de otros sustratos. Se practica exten-

Cuadro 1. Producción de bivalvos (t) en Filipinas, 1976-79.

	1976	1977	1978	1979
Ostras	—	33	84	799
Mejillones				
Marrones	—	—	21	17
Verdes	415	1697	3220	2952
Vieiras	4894	4	68	62
Almejas y Moluscos				
Ostras martillo	105	—	—	—
Almejas gigantes	243	664	1635	2861
Coquinas de sangre o hemoglobinas	201	209	171	1947
Almejas marinas	1	37	1134	47
<i>Placuna</i>	81	1635	581	221
<i>Pteria</i>	—	485	457	53
<i>Pinctada</i>	—	—	—	63

Cuadro 2. Especies comercialmente importantes de moluscos bivalvos encontrados en Filipinas.

Especies	Nombres locales
<i>Perna viridis</i> ( <i>Mytilus viridis</i> ; <i>M. smaragdinus</i> )	Tahong, amahong
<i>Modiolus metcalfei</i>	Abahong
<i>Crassostrea iredalei</i>	Talaba, talabang, sinelas
<i>C. malabonensis</i>	Kukong kabayo
<i>Saccostrea echinata</i>	Sisi
<i>S. cucullata</i>	
<i>Placuna placenta</i>	Kapis, lampirong
<i>Pinctada margaritifera</i>	
<i>P. maxima</i>	
<i>Pteria</i> sp.	
<i>Amusium pleuronectes</i>	Lampirong, Lupad-lupad
<i>Cyrtopleura costata</i> ( <i>Pholas orientalis</i> )	Diwal
<i>Anadara granosa</i>	Batotoy, imbow
<i>Arca</i> sp.	litab, hungkay- hungkay
<i>Protapes</i> ; <i>Katylisia</i> ( <i>Paphia</i> spp.)	Halaan
<i>Atrina</i> sp.	
<i>Pharella acutidens</i>	Tikhan
<i>Geloina striata</i>	Tuway
<i>Circe gibba</i>	Saropsaropan, bugaton
<i>Macra mera</i>	Katakao, punaw
<i>M. maculata</i>	Kagaykay
<i>Donax radians</i>	Alamis, polopatani
<i>Corbicula fluminea</i>	Tulya

samente el cultivo de fondo de ostras sobre roca, si bien las especies capturadas no siempre son las deseadas. Las almejas rojas se cosechan dondequiera se encuentren. Obviamente hacen falta muchas mejoras, tanto en la recolección de semillas como en los métodos de cultivo, y los actuales esfuerzos de investigación se encaminan hacia este objetivo.

**INSTITUCIONES QUE PARTICIPAN EN EL TRABAJO SOBRE BIVALVOS**

Las instituciones que participan en la investigación sobre cultivo y utilización de bivalvos son las siguientes : el Departamento de Acuicultura del Centro de Desarrollo Pesquero del Sudeste Asiático — biología larval de bivalvos, predicción del asentamiento, tecnología del cultivo de bivalvos, purificación y aspectos sanitarios; el Centro de Ciencias Marinas de la Universidad de Filipinas — biología larval de bivalvos y tecnología de cultivo; el Departamento de Biología y Zoolo-gía de la Universidad de Filipinas — purificación y absorción de mercurio; el Instituto Nacional de

Cuadro 3. Composición en nutrientes del *P. viridis*, la *C. iredalei* y la *P. placenta* por peso/100 g de carne (porción comestible).<sup>a</sup>

	Carne fresca		
	<i>P. viridis</i>	<i>C. iredalei</i>	<i>P. placenta</i>
Humedad (%)	40,8	85,5	70,2
Energía alimenticia (cal)	300	62	126
Proteína (g)	21,9	5,9	23,3
Grasa (g)	14,5	1,7	1,4
Hidrato de carbono (g)	18,5	5,2	3,3
Ceniza (g)	4,3	1,7	1,8
Calcio (mg)	151	147	110
Fósforo (mg)	199	77	257
Hierro (mg)	24,8	5,9	17,3
Sodio (mg)	—	882	—
Potasio (mg)	—	237	—
Vitamina A (IU)	—	365	—
Tiamina (mg)	0,5	0,21	0,02
Riboflavina (mg)	1,28	0,2	0,11
Niacina (mg)	3,1	1,7	1,4
Acido ascórbico (mg)	—	5	—

<sup>a</sup> Fuente : Cuadro de composición alimenticia, FNRC-NSDB Handbook (Manual de FNRS-NSDB( (4a. revisión), 1968, Manila, Filipinas.

Ciencias y Tecnología (Instituto Nacional de Desarrollo Científico) — microbiología de bivalvos y utilización de cultivo; la Comisión de Energía Atómica de Filipinas — metales pesados en los moluscos; el Centro Internacional para la Administración de Recursos Acuáticos Vivientes — trasplante de mejillones a zonas donde no son nativos; el Centro de Acuicultura de Agua Dulce, de la Universidad Estatal Central de Luzón, Muñoz, Nueva Ecija — bivalvos de agua dulce; la Escuela de Pesca Binmaley de Pangasinan — ostricultura; y la Universidad Estatal de Bicol — biología general de bivalvos.

**OSTRAS**

En Filipinas las ostras están distribuídas ampliamente en bahías y estuarios que poseen alguna escorrentía de la tierra y, por consiguiente, una salinidad algo más baja que la altamar. Filtran los alimentos del agua y crecen mejor en zonas que tienen concentraciones moderadas a altas de fitoplancton.

Las especies más deseables para el cultivo son la gran *C. iredalei*, que habitualmente tiene 6-9 cm de longitud cuando se la comercializa, y la *C. malabonensis* de un tamaño moderado, cuya longitud es habitualmente de 4 a 5 cm. Ambas tienen excelente apariencia y sabor y la misma aceptación en el mercado. Las dos especies poseen

Cuadro 4. Potencial estimado para la expansión de la cría de ostras en Filipinas (Glude et al. 1981).

Localidad	Número criaderos	Zona usada de actualmente (ha)	Zona potencial (ha)
Pangasinán	386	16,8	300-5000
La Unión	39	3,7	200-1000
Ilocos Sur	11	1,3	100
Ilocos Norte	19	0,7	20
Cagayán	32	9,5	28
Bulacán	145	18	17
Cavite	300	300	2
Batangas	—	—	50-100
Quezón	—	—	200-1200
Sorsogón	32	6,6	500
Capiz	160	50	500
Aklán	9	8,3	100
Iloilo	14	3,3	15
Negros Occidental	48	7,8	100
Cebú	—	—	100
Bohol	—	—	100
Leyte	—	—	2000
Samar	1	0,3	200
Davao Oriental	—	—	170
Surigao Sur	2	0,5	400

necesidades ambientales similares y a menudo se presentan juntas.

Varias especies más pequeñas de ostras — todas llamadas *sisi* en filipino — se encuentran en varios lugares y se utilizan como alimento. Sin embargo, dado que solo miden 3 a 4 cm de largo son difíciles de descarnar — tarea que realiza habitualmente la familia del cultivador antes de que se venda la carne a los consumidores o mayoristas.

Las especies *Crassostrea iredalei* y *C. malabonensis* se encuentran en bahías en las islas de Luzón, Panay, Negros, Cebú, Bohol, Leyte, Samar y quizás otras. Sin embargo, existen extensas regiones costeras donde no se encuentran poblaciones naturales de ostras *talaba* y donde probablemente podrían introducirse (Cuadro 4).

Muchas regiones de Filipinas son perfectamente adecuadas para la ostricultura. La temperatura del agua es ideal durante todo el año (26-30°C), los nutrientes en las bahías y estuarios costeros son adecuados y el alimento (fitoplancton) es abundante. La tasa de crecimiento de las ostras es excelente y se puede producir en 6-8 meses una cosecha comercial de *C. iredalei* de tamaño mediano. Las ostras grandes toman aproximadamente 1 año, mientras que en muchos lugares de la zona templada se requieren de 2 a 5 años. Así pues, la producción anual en Filipinas es mejor que la de la zona templada.

La precipitación pluvial, aunque estacional, es suficiente para mantener el flujo de los ríos que

suministran salinidad adecuada para el crecimiento y la reproducción. Existen muchas bahías de aguas poco profundas y sin utilizar protegidas del oleaje y de las tormentas que podrían ser excelentes para el cultivo de las ostras, especialmente por el método de estaca o de suspensión. En algunas localidades, el sedimento en bahías de aguas poco profundas es suficientemente firme como para permitir el cultivo de fondo mediante el método de siembra al vuelo.

Las granjas ostrícolas están localizadas en 17 provincias, con producción importante en Cavite, Bulacán, Pangasinán, Sorsogón, Capiz y Negros Occidental. La producción total supera las 10.000 t/año. Si bien las granjas promedian menos de un tercio de hectárea, la ostricultura contribuye de manera importante a los ingresos de más de 1200 familias en las aldeas costeras (Glude et al. 1981). En zonas donde existen poblaciones naturales, las recogen y venden habitualmente los naturales del lugar. Los desembarcos de poblaciones silvestres representan solamente una pequeña porción de la producción total de ostras, pero el bajo costo de la cosecha resulta en bajos precios para el producto, lo que reduce la ganancia de su cultivo en dichas zonas.

La reproducción de las ostras es generalmente buena, especialmente con el cultivo alejado del fondo, que reduce o elimina la mortalidad causada por la sedimentación y los depredadores repntantes. Se ha observado cierta mortalidad en Calape, Bohol, y en Mona, Pangasinán, pero buena parte es atribuida a las altas temperaturas estivales, especialmente durante la marea baja cuando quedaban expuestas algunas ostras. En algunas zonas, de las 10-12 semillas que se adhieren a una concha de ostra individual sobreviven 4-5 hasta el tamaño comercial — lo que constituye un promedio de supervivencia satisfactorio.

#### PRÁCTICAS DE CULTIVO

En Filipinas se utilizan cuatro métodos principales para el cultivo de las ostras: rejilla, siembra al voleo (sabog), estaca (tulós), y suspensión (bitin o inhitin, sampayan o sedal largo, horizontal o bangsal).

El método de siembra al voleo es el más primitivo y se utiliza donde el fondo es bastante firme como para sostener los colectores. Se esparcen en el fondo de la bahía, en zonas donde existe asentamiento natural, viejas conchas de ostras, piedras, rocas y envases de lata. En Tinagong-dagat, Capiz, se utilizan como recolectores bloques de piedra, pedrones rodados y trozos. Se pueden utilizar asimismo zonas sin asentamiento natural, trasplantándose de las zonas donde se presenta el asentamiento a colectores que tienen adheridas

semillas u ostras jóvenes. Las semillas de ostras se dejan en el lugar adheridas a los recolectores durante 8 a 12 meses o hasta que sean lo bastante grandes para ser cosechadas. La recolección es realizada habitualmente por buceadores.

La ventaja principal del método de siembra al voleo es su bajo costo de inversión; las desventajas son las siguientes : solamente puede emplearse en aguas poco profundas con un fondo firme; la producción por unidad de zona es menor que para los métodos alejados del fondo; la mortalidad de las ostras es más elevada que para los métodos alejados del fondo debido a la sedimentación y a la depredación; la cosecha es difícil, especialmente si se utilizan piedras como colectores, a menos que los bancos estén expuestos durante la bajamar.

El método de estaca se utiliza en zonas donde el fondo es demasiado blando para el método de siembra al voleo (el agua habitualmente no sobrepasa el metro de profundidad con la marea más baja); las estacas, de 5 a 9 cm de diámetro, hechas de bambú u otros materiales rígidos se incrustan en el fondo. Habitualmente son colocadas en hileras y puestas a una distancia de 0,5 m aproximadamente durante la estación de desove de abril-julio. La punta de la estaca se extiende al nivel de la marea alta debido a que las ostras, a diferencia de los mejillones, pueden sobrevivir y crecer en la zona intermareal. Las estacas suministran superficies limpias a las que las larvas de ostra se adhieren después de su etapa pelágica. En algunos casos, los cultivadores aumentan la superficie de adherencia disponible añadiendo tiras de bambú horizontales o adhiriendo conchas de ostras vacías u otros materiales duros a las estacas. Este método se utiliza comúnmente en Binacayán en Cavite, Binloc en Dagupán, Binmaley en Pangasinán, Sto. Tomás en La Unión, y Abucay en Bataan.

Las ventajas del método de estaca sobre el método de siembra al voleo radican en que se elimina la mortalidad derivada del asentamiento y se aumenta la tasa de crecimiento así como la producción por unidad de la zona. Las desventajas consisten en que depredadores como los cangrejos, las estrellas de mar y los horadadores (caracoles) de ostras pueden arrastrarse hasta las estacas y alcanzarlas. El bambú es caro si no se consigue localmente; el bambú dura por lo general de 1 a 2 años; la cosecha es difícil debido a que hay que sacar las ostras de las estacas; la superficie disponible para la adherencia de las ostras es pequeña en relación con los costos; y el bambú recolecta menos semillas por unidad de zona que las conchas de ostras.

El método de suspensión utiliza conchas vacías de ostra o de coco como recolectores que se suspenden de gruesos cordeles de nilón monofila-

mentosos, distanciados 10 cm por separadores — canutos de bambú o nudos en el cordel. En algunos lugares, las conchas se ensartan sin espaciadores para la recolección de semillas y luego se reensartan con espaciadores para la fase de maduración.

Las variaciones del método de suspensión incluyen :

- *Bitin o inhitin*, en el cual las conchas vacías de ostra son ensartadas sobre cuerdas de polietileno (no. 4) y colgadas sobre una plataforma o cerco de bambú con postes de bambú colocados horizontalmente cerca del nivel de la marea alta. Las cuerdas de conchas de ostra o coco están espaciadas aproximadamente 25 cm. La longitud de la cuerda depende de la profundidad del agua, pero si el extremo inferior toca el fondo, algunas ostras morirán como resultado de la sedimentación o la depredación.
- *Sampayan* o sedal largo, en el cual el colector consiste en una larga línea de valvas de conchas de ostras ensartadas y mantenidas aparte mediante tubos de 12 a 15 cm de largo. Se cuelgan cuatro líneas paralelas, aproximadamente de 20 m de longitud y 20 cm aparte entre dos palos de bambú. Las ostras criadas por el método de línea no están apiñadas por lo cual pueden criarse más gordas y más grandes en 10 meses que las que se crían mediante otros métodos.
- Horizontal, en el cual las tiras horizontales de bambú son reemplazadas con cuerda sintética o, en aguas profundas, el cerco o plataforma de bambú es reemplazado por una balsa anclada. La estructura, que habitualmente es de 1 m × 10 m, consiste en gruesas traviesas horizontales de bambú y 20 tiras longitudinales de bambú de pequeño diámetro distanciadas 0,3–0,7 m. Toda la estructura se incrusta 1,0–1,3 m en el fondo y está parcialmente sumergida durante la marea baja. El recolector de conchas ensartadas se prepara en junio y julio. En la provincia de Pangasinán se utilizan franjas o tiras redondas de llantas de goma como recolectores que se cuelgan de postes horizontales.
- Bandeja, es el método en aguas estancadas con fondos firmes donde la sedimentación es mínima. Se utiliza una bandeja de bambú (1,5 m × 1 m) con costados de 15 cm para sostener a los recolectores. Estas bandejas descansan sobre sostenes horizontales y las semillas de ostras se dejan en las mismas para que crezcan hasta un tamaño comercial.

El método de suspensión, que se ha modelado sobre técnicas japonesas, tiene varias ventajas

sobre los otros métodos : alta productividad por unidad de zona; ninguna mortalidad resultante de la sedimentación o de depredadores reptantes; las ostras crecen rápidamente con conchas delgadas; la calidad de la carne de las ostras maduras es excelente; el método puede ser utilizado en aguas poco profundas donde el sedimento es demasiado blando para el cultivo al voleo, así como en zonas donde las ostras no se presentan naturalmente; y la cosecha es fácil y económica. Entre las desventajas se cuentan : el costo de los materiales, inclusive cuerdas, cordeles y bambú (si bien se necesita menos bambú que para el cultivo de estacas); y la necesidad de flotadores, anclas y varadero de ancla, y pesos en el sistema de cultivo desde balsas.

En el método de rejilla, se entretajan en una rejilla ramales de bambú y se atan con alambre galvanizado o cordel de nilón monofilamentoso. Los ramales se espacian unos 15-30 cm como término medio, una rejilla comprende de 10 a 16 ramales que pueden ser manejados fácilmente por un individuo.

La rejilla puede colocarse horizontal o verticalmente; las estructuras comprenden : estilo de cerco — ya sea incrustado en el fondo o sostenido por postes de bambú; formación de carpa en hileras, montados en rocas; estilo de flotación (montado en largos pedazos de bambú y tambores vacíos); suspendidos (3 piezas o pedazos de rejilla montados en un triángulo y sostenidos por largos pedazos de bambú y tambores vacíos); etc.

El método de rejilla tiene las siguientes ventajas : el mecanismo se puede utilizar solo o en grupos; se eliminan las pérdidas de colectores; la cosecha es simple; las ostras no tocan el fondo; el método es práctico para la recolección, cría y engorde de las ostras; la producción aumenta por unidad de zona, especialmente en montajes tridimensionales; y la colocación de las ostras puede ser controlada para obtener un alimento abundante, temperatura y salinidad del agua favorables, etc. y, por tanto, máximo crecimiento de las ostras.

### MANEJO POSTCOSECHA

La carne de *C. iredalei* y *C. malabonensis* es excelente. Ambas especies alcanzan la condición primordial poco antes del desove y el rendimiento (peso de la carne comparado con el peso vivo en la concha) es más elevado durante esa fase. Ambas especies se recuperan rápidamente después del desove llegando a condiciones comerciales en el periodo de un mes. El sabor es también excelente, por lo menos tan bueno y quizás mejor que el de las ostras de la zona templada. Si bien las ostras cosechadas a los 6-8 meses son pequeñas para el consumo crudo sobre la concha, para la

cocción, el ahumado, las salsas o las sopas resultan ideales.

El envenenamiento paralizante causado por los crustáceos evidentemente no ocurre en Filipinas; sin embargo, este punto necesita verificación, especialmente en zonas donde se han observado mareas rojas. El obstáculo principal para el uso y la demanda más amplios de las ostras filipinas es el hecho de que la mayoría se cultiva en aguas contaminadas por desechos domésticos. Si bien esta clase de contaminación no afecta habitualmente de manera adversa la tasa de crecimiento o la supervivencia de las ostras, el producto debe cocerse concienzudamente para evitar la transmisión de enfermedades y no puede exportarse ya que no satisface las normas sanitarias de la mayoría de los países.

Los procedimientos de la cosecha varían con el método de cultivo. En el método de estaca, las estacas de bambú se sacan habitualmente del agua, las ostras son depositadas en tierra o en el bote y las estacas se descartan. Si las estacas son suficientemente fuertes como para utilizarse nuevamente, los buzos raspan las ostras, las ponen en el bote y las traen a tierra para separarlas en racimos. Cuando se crían con el método de suspensión, las ostras se sacan del agua sobre cuerdas y se traen a tierra donde son extraídas. Cuando se utilizan piedras o trozas, las ostras son habitualmente extraídas en marea baja y se dejan las piedras o trozas en el fondo.

Si bien las ostras pueden ser cosechadas según la conveniencia del cultivador, son de mejor calidad cuando el contenido en glicógeno es elevado, por lo general justo antes ó 3-4 meses después del punto culminante del desove. Si el desove es continuo, sin un punto culminante claramente definido, el cultivador debe realizar experimentos para determinar cuál es el mejor momento.

La mayoría de las ostras son transportadas en la concha en sacos sueltos revestidos de plástico que contienen aproximadamente 37 kg. El transporte se resiste bien porque las conchas son suficientemente apretadas para retener la humedad. Sin embargo, en la concha son más voluminosas y más caras de transportar que descarnadas. Al mercado van en 'jeepneys', camiones, triciclos, autobuses, embarcaciones, etc. Si la zona de cultivo es cercana al mercado, los intermediarios o hasta los minoristas suministran su propio transporte así como los contenedores — a menudo envases de querosén o aceite vegetal de 5 galones (20 L). Cuando los mercados están próximos, las ostras descarnadas se empaquetan (con o sin agua fresca) en sacos de polietileno, botellas o envases de leche evaporada.

Las ostras, como alimentadores filtrantes, extraen partículas alimenticias microscópicas del

agua que habitan. En las zonas contaminadas por las aguas negras, digieren, retienen y descargan las bacterias de las aguas negras. Para ser purificadas, deben colocarse en agua limpia durante 7 días donde se liberan de impurezas.

Las ostras se venden habitualmente al por menor en la concha; sin embargo, si han sido transportadas desde alguna distancia, se descarnan en el mercado para evitar el descarte de las débiles. La carne se empaqueta en sacos de polietileno con agua fresca; antes de venderse los sacos se colocan en hielo. Las ostras vivas son también descarnadas y vendidas en kioscos a lo largo de los caminos vecinos o en los mismos sitios de cultivo.

La carne de ostra, que se descompone rápidamente, se puede preservar simplemente en botellas con sal (*bagoong*, ostra salada). Otros métodos de conservación incluyen el salmuera o escabeche, el ahumado, el enlatado, la refrigeración, y el almacenamiento en frío. Se ha descubierto que el almacenamiento de la carne a  $-23^{\circ}\text{C}$  durante 7 días ha sido eficaz para limitar la contaminación.

Las ostras en la concha son protegidas naturalmente de la contaminación externa mientras las valvas estén herméticamente cerradas. Sin embargo, el crecimiento de las bacterias en el líquido dentro de las conchas aumenta si las ostras se mantienen vivas a temperatura ambiente.

El descarte bajo condiciones insalubres en el mercado multiplica el contenido bacteriológico del producto y, si bien los sacos de carne y agua se colocan habitualmente en cubos de hielo mientras se ofrecen a la venta, los cubos son de poca profundidad y el nivel del hielo raramente llega hasta el agua caliente en que se baña la carne. Las ostras descarnadas y almacenadas de esta manera tienen una duración almacenada de un día aproximadamente.

El descarte en los sitios de cultivo está todavía más expuesto a la contaminación. Se realiza habitualmente sobre una tela mojada en el suelo; a menudo esta tarea la llevan a cabo niños que interrumpen su trabajo para jugar y luego reanudan el trabajo con las manos sucias. La carne se deposita en un recipiente colocado en el suelo y de esta manera expuesta al polvo, a la suciedad y a los insectos.

Los mejores medios iniciales para retardar la descomposición bacteriológica y evitar los peligros asociados con ella es mantener una higiene cuidadosa durante el procesamiento y la preparación. La cocción es indispensable ya que minimiza el crecimiento de las bacterias. El enfriamiento rápido y el almacenamiento lo más próximo posible a los  $32^{\circ}\text{F}$  ó  $0^{\circ}\text{C}$  también prolonga la duración almacenada. Las ostras descompuestas y sin cocer despiden un olor agrio. Si se cuecen durante bastante tiempo como para que

las enzimas se calienten prevalece un olor rancio.

Los mayoristas prefieren el mercado de Manila a otras zonas porque absorbe mayor cantidad de ostras a mejor precio. El precio de venta a los mayoristas se relaciona generalmente con la distancia entre las zonas de cultivo y Manila y con la complejidad de los medios de transporte. En la región de Cavite, próxima a Manila, los cultivadores obtienen de 2 a 2,5 pesos/kg y en Sorsogón, Luzón, y Jiabong, Smar, aproximadamente 1 peso/kg; las ostras de Tinagong Dagat, Capiz, destinadas a los mercados de Panay se venden a los mayoristas por 60-70 centavos/kg. En algunas regiones de Pangasinán, Luzón, los cultivadores obtienen solamente 30 a 40 centavos por kilogramo.

En Manila los precios al por menor de las ostras en la concha varían entre 4 y 5 pesos/kg, y los aumentos de precio o recargos en otras ciudades son también casi el doble del precio del productor. El precio al por menor incluye gastos de transporte y, en algunos casos, costo de los contenedores. No existe equipo de transporte diseñado y construido para consignar los productos perecederos y mantener la calidad.

Dado que en Filipinas hay poco procesamiento de las ostras, los canales de distribución del productor al consumidor son relativamente sencillos. Algunos productores, convenientemente situados, tratan de vender la mayor parte de su producción directamente en kioscos a lo largo del camino o en casetas en los sitios de desembarco. Sin embargo, la mayor parte de la producción se vende en los puntos de desembarco a los mayoristas que transportan el producto a los mercados y lo venden a otros mayoristas-minoristas y a compradores institucionales (hoteles y restaurantes) o lo venden ellos mismos por mayor o por menor en uno o más mercados urbanos.

Los precios son supervisados semanalmente por la división estadística de la BFAR mediante representantes ubicados por todo el país. En abril-mayo de 1981, las ostras en la concha al por mayor se vendían aproximadamente a 3 pesos/kg y al por menor a 4 pesos/kg en los mercados de Manila. Así pues, cuando se satisface la demanda local, los mayoristas deben comprar a un precio que incluye los gastos de transporte a otro mercado.

La exportación de ostras es pequeña; no obstante, en 1980 se destinaron a Singapur aproximadamente  $1,8 \times 10^5$  kg de carne de ostra congelada. El valor para el expedidor era de 2,5 millones de pesos. Singapur es el único importador importante de productos ostríferos de Filipinas y los datos de la exportación revelan aumentos periódicos desde 1976. De 1976 a 1980, la carne de ostra fue transportada por avión como producto enfriado (en hielo); sin embargo, algu-

nos brotes de gastroenteritis en Singapur en 1979 se asociaron con las ostras filipinas y posteriormente las autoridades de Singapur exigieron certificación sobre los niveles bacteriológicos y refrigeración de los productos durante el transporte.

### MEJILLONES

La miticultura se practica principalmente en la bahía de Bacoor, Cavite (aproximadamente 134 granjas, Glude et al. 1981); la bahía de Sapián, Capiz (aproximadamente 300 granjas); y la bahía de Maqueda, Samar (250 granjas) (Cuadro 5). Los criaderos de mejillones varían en tamaño desde 0,025 ha a casi 1 ha, y su productividad es generalmente más alta que la de los criaderos de ostras, que varían de 20–68 t/ha, cuando se emplea el cultivo de estacas, a unas 300 t/ha cuando se utiliza el método de suspensión. No todas las zonas en que existen mejillones verdes son adecuadas para el cultivo comercial; los factores que afectan la selección del sitio incluyen :

- Disponibilidad de semillas en la zona;
- Protección contra los vientos fuertes;
- Disponibilidad de alimentos naturales en el agua; y
- Adecuado cambio mareal.

### PRÁCTICAS DE CULTIVO

Los productores de mejillones en Filipinas cultivan generalmente las semillas hasta que alcanzan su tamaño comercial en los mismos materiales y sitios utilizados para la recolección. La recolección se realiza ya sea con el método de estaca o con el método de suspensión, aunque reciente-

Cuadro 5. Potencial estimado para la expansión de cria de mejillones en Filipinas (Glude et al. 1981).

Localidad	Número de criaderos	Zona usada actualmente (ha)	Zona potencial (ha)
Zambales	—	—	23
Bulacán	—	—	10
Mindoro			
Oriental	—	—	10
Palawán	—	—	25
Quezón	—	—	200–1200
Capiz	300	15	200
Iloilo	—	—	10
Aklán	—	—	100
Negros			
Occidental	6	2	100
Cebú	—	—	50
Bohol	—	—	50
Leyte	—	—	100
Samar	250	200	5000

mente se ensayó el método de cuerda-malla en la provincia de Capiz.

En el método de estaca, se afilan los palos de bambú (*Bambusa blumeana*) en la base y se incrustan en el fondo fangoso de las bahías y estuarios a profundidades de 2–10 m. En zonas menos profundas, se utiliza una variedad de bambú más corta (*Schizostachyum lumampao*) conocida localmente como buho y, en las zonas donde el bambú escasea, se utilizan troncos de mangle y de palmeras. Las estacas distan unas de otras 0,5–1,5 m, dejándose abiertos algunos pasos para la inspección regular. Una granja de 0,25 ha comprendería normalmente unas 5000 estacas y, si la corriente es fuerte en la zona, cada hilera de estacas estaría conectada y reforzada con palos horizontales. La mitad inferior de los palos se perfora por todas partes para que el agua penetre y se evite que los postes floten.

Una variación del método de estaca es el método 'wigwam' en el cual se incrustan 7–10 palos en un radio de 2 m desde un poste central; entonces los extremos superiores de los palos se atan al poste central para formar un 'wigwam' que resista a las olas y corrientes mejor que las estacas individuales y de esta manera se utilizan en aguas más profundas, donde las corrientes son demasiado fuertes para las estacas individuales.

Los postes de bambú sirven como recolectores para el asentamiento de las larvas de mejillones y durante la fase de maduración no se realiza raleo o trasplante.

En la bahía de Bacoor, Cavite, las estaciones de asentamiento son marzo-mayo y agosto-noviembre, y las estacas de bambú se sacan durante estos periodos. Si adquieren muchas lapas (*Balanus* sp.), se puede esperar un buen conjunto de mejillones. Similarmente, en Europa, las larvas de mejillón gustan de asentarse sobre hidroides, que a su vez se asientan sobre las conchas calcáreas de las lapas. Una captura de 2000–3000 semillas/m de poste se considera satisfactoria. Los postes incrustados en cuatro metros de agua habitualmente rinden la mayor cantidad de 1,2–2,1 m de la superficie, por lo menos con 600–1000 semillas/pies (0,3 m).

En el método de suspensión, los recolectores hechos de conchas vacías de ostra o de cáscaras de coco atadas sobre alambres o cordeles se suspenden sobre perchas de palos de bambú. El material recolector se mantiene aproximadamente a 10 cm de distancia mediante nudos en el alambre. Recientemente, el Centro de Desarrollo Pesquero del Sudeste Asiático (SEAFDEC) observó que en la suspensión podían utilizarse como recolectores pedazos de corteza de coco que se ponen en las cuerdas de polietileno o polipropileno (12–20 mm de diámetro) a 50–60 mm de distancia. Clavijas de bambú de 1,5 cm de ancho y

15 cm de largo insertadas en la cuerda entre los segmentos de la corteza de coco impiden que los racimos de mejillones se resbalen por las cuerdas durante mal tiempo o cuando estas se sacan para ser inspeccionadas. Dichas cuerdas-recolectoras también se suspenden sobre perchas de bambú o balsas espaciadas a 0,5 m. La granja promedio que utiliza este método es de 100 × 25 m y tiene aproximadamente 20 parcelas de mejillones. Cada parcela cubre el ancho de la granja y consiste en 5 pares paralelos de estacas espaciadas a 5 m con 2 m entre las hileras paralelas. Se deja un espacio de 3 m entre las parcelas para fines de navegación.

Bruce French del American Peace Corps ha introducido en la bahía de Sapián, provincia de Capiz, un nuevo método que utiliza la malla de cuerda. Una unidad de malla de cuerda consiste en un par paralelo de cinco cuerdas de 5 m, colocadas a una distancia de 2 m, y conectadas a intervalos de 40 cm, en tipo zig zag, por una cuerda de 40 m. Las clavijas de bambú se insertan en la cuerda a intervalos de 40 cm. Cada unidad se ensarta a través de un par de estacas de bambú espaciadas a 5 m, paralelas a la corriente y colocadas a 2 m de profundidad en marea baja. La fuerte cuerda fibrosa sirve de recolector y se deja que las semillas de mejillón asentadas sobre las cuerdas crezcan hasta adquirir un tamaño comercial. Las granjas que utilizan el método de la malla de cuerda tienen la misma disposición que las que utilizan el método de suspensión, con mallas de cuerda espaciadas a 5 m.

Habitualmente toda la longitud de la granja mira hacia la corriente; sin embargo, en ríos de marea estrecha, las granjas están dispuestas a través de la corriente para mantener abiertas las vías de navegación. Habitualmente las mallas de cuerda son paralelas a la corriente.

En la región de la bahía de Sapián, las estaciones culminantes de desove son febrero-marzo y septiembre, alcanzándose el momento culminante en febrero y marzo. Este momento probablemente es distinto en otras regiones del país.

### *CRECIMIENTO Y CONDICIÓN*

Los mejillones verdes filipinos crecen un promedio de 10 mm/mes y se comercializan después de 4-6 meses cuando miden 40-60 mm de longitud. Después de llegar a los 60 mm crecen más lentamente.

Son ideales para la cosecha cuando se encuentran en la fase de descanso de su ciclo reproductivo, durante el cual grandes cantidades de glicógeno se almacenan en los mesosomas y lóbulos del manto. Los estudios de índice de condición realizados sobre los mejillones cultivados en Himamaylan, Negros Occidental, de 1977 a 1978 indicaron dos periodos en que los mejillones se

encontraban en condición primordial: julio-septiembre y enero-marzo. La carne cruda constituye aproximadamente el 55% del total del peso con la concha y la carne cocida constituye del 12% al 33% del peso total con la concha, según la condición (gonádica) del mejillón.

### *ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN*

En los criaderos que utilizan el método de estaca, es poco lo que se realiza entre el asentamiento de las semillas y la cosecha. Si existe un asentamiento elevado de semillas en los palos, algunas veces los cultivadores se zambullen y atan cuerdas delgadas o paja plástica alrededor de los racimos de mejillones para impedir que los racimos de gran tamaño se caigan. Las prácticas de manejo regulares o periódicas incluyen la inspección del criadero para sacar los residuos flotantes y para reemplazar o reforzar los palos débiles o rotos.

En la mayoría de los criaderos, cualquiera que sea el método de cultivo, hay guardia las 24 horas. Cuando se avvicina la cosecha, se apostan más guardias para impedir el pillaje. El método de cultivo de estaca en pequeños criaderos (< 600 m<sup>2</sup>) requiere aproximadamente 54 días laborales (un día laboral equivale a una persona que trabaja 8 horas) desde el inicio hasta la cosecha. Para criaderos más grandes se requieren aproximadamente 71 días laborales.

En los criaderos que utilizan el método de suspensión, las cuerdas se levantan semanalmente para su inspección y los recolectores mal asentados son reemplazados por nuevos. Durante la inspección, se raspa el fouling de las cuerdas y se reemplazan las clavijas de bambú sueltas o podridas. Si existen racimos excepcionalmente grandes, se ponen clavijas adicionales como sostén.

En criaderos que utilizan el método de cuerda-malla, el criador la inspecciona bajo el agua porque las cuerdas cargadas son demasiado pesadas para ser levantadas; las reparaciones también se efectúan bajo el agua. Cuando el asentamiento de las semillas es pesado, se agregan palos de bambú adicionales.

La cosecha y la venta comienzan cuando los mejillones llegan a los 5 cm de longitud. La cantidad cosechada depende de los pedidos del comprador, del precio que prevalezca en el mercado y de las necesidades económicas del criador.

En el método de estaca, la recolección se realiza cuando el mar está en calma. El criador habitualmente contrata 3-5 buzos, según el tamaño del criadero. Los buzos llevan anteojos protectores o máscaras y aletas improvisadas. Las estacas cargadas con mejillones se sacan y colocan a bordo de un pequeño bote (banca), y otros trabajadores

contratados sacan los racimos de mejillones de las estacas con barras de hierro. Los mejillones se separan, clasifican y limpian (para ello se colocan en una bolsa de red de nilón y se agitan en el agua hasta eliminar la mugre).

Las estacas con mejillones muy pequeños solo se cosechan parcialmente; el buzo recoge de las estacas los mejillones grandes y los deposita en una cesta de nilón atada alrededor de su cintura. Después de la cosecha, los palos que aún están fuertes se vuelven a incrustar. Los rendimientos de mejillones varían de 2,5 kg a 15 kg/m de palo. Un criadero de 0,25 ha que utiliza el método de estaca puede producir anualmente alrededor de 12-13 t de mejillones enteros; los criaderos más profundos y productivos de la bahía de Sapián, Capiz, producen hasta 5 t/250 m<sup>2</sup> de lote por año. En buenas zonas de cultivo con temporadas regulares de asentamiento, es posible realizar dos cosechas principales por año.

Con el método cuerda-malla, las unidades de cuerda-malla se zafan de los palos de bambú y se arrastran en un pequeño bote o balsa improvisada de bambú de 9 m. Los racimos de mejillones se separan, sortean y limpian de la misma manera que en el método de estaca. Las unidades de cuerda-malla se limpian del fouling y se secan al sol por varios días antes de volverse a atar a los palos verticales para un nuevo asentamiento.

En la bahía de Sapián, los mejillones cosechados con unidades de cuerda-malla no siempre se transportan inmediatamente a los mercados. En lugar de ello, las balsas improvisadas que contienen los mejillones (algunas veces empacados en bolsas de polietileno) se hundan (con ayuda de rocas, barriles llenos de agua u otros objetos pesados) y se mantienen bajo el agua hasta que se necesiten.

Con el método de cuerda-malla, una unidad con una buena captura de mejillones produce por término medio 200 kg de mejillones enteros. Si el asentamiento es abundante, el rendimiento anual puede llegar hasta 300 t/ha.

### PROBLEMAS Y DIFICULTADES

Los principales problemas en la industria de los mejillones y las dificultades para su expansión son los siguientes :

- Asentamiento irregular y falta de servicios de predicción del asentamiento. A excepción de unos pocos terrenos tradicionales de cultivo, los periodos de asentamiento son generalmente irregulares y el asentamiento puede ocurrir en marzo y noviembre un año y un mes antes o después al año siguiente. La intensidad del asentamiento también varía de año, quizás debido a la recolección total que hacen los criadores de mejillones

y a la recolección que se realiza independientemente de la etapa gonádica. El proyecto de maricultura del Departamento de Acuicultura de SEAFDEC ha iniciado programas de predicción del asentamiento en Himamaylan y la bahía de Batán; sin embargo, como los programas de predicción se orientan hacia el método de cultivo de suspensión, los criadores que utilizan el método de estaca podrían no beneficiarse de ello.

- El deterioro de las zonas primarias de cosecha. La recuperación de zonas para vivienda e industria ha sido perjudicial para algunos terrenos de cultivo. Pero más devastador aun es el aumento de la sedimentación causada por las estacas de bambú que se colocan demasiado cerca unas de otras y por los palos podridos que se dejan en el fondo. La colocación de palos nuevos al lado de los podridos produce corrientes mareales más lentas, crecimiento reducido de los mejillones, una mayor mortalidad y conchas delgadas y quebradizas. Además del deterioro biológico, la contaminación causada por los residuos industriales y los metales pesados ha aumentado y afectado de manera adversa muchas zonas de cultivo de mejillones.
- La falta de demanda causada por las pobres medidas higiénicas en el cultivo y la recolección de mejillones y por la calidad variable de la cosecha durante el año, independientemente de lo grandes o pequeños que sean los mejillones. Actualmente no existen programas sanitarios para las aguas de cultivo de moluscos o para los moluscos. En muchas zonas de cultivo de mejillones existe gran contaminación con bacilos coliformes y los mejillones no son purificados antes de la venta. Dado que los mejillones se comen generalmente sin mayor cocción, todos los consumidores sufren desórdenes gastrointestinales en un momento u otro.

Otro factor que contribuye a la falta de popularidad son las malas condiciones de los mejillones vendidos en los mercados. Los mejillones descuidados se contraen durante la cocción mucho más que los mejillones gordos, con la consecuente insatisfacción del comprador. La principal dificultad para el crecimiento y la expansión de la industria de mejillones es la baja demanda.

### OPERACIONES POSTCOSECHA

El procesamiento posterior a la cosecha de los mejillones verdes es escaso o nulo. Se transportan al mercado donde se limpian, liberan de sus hilos bisales y se venden vivos y cerrados. El único producto procesado son los mejillones en sal-

muera (llamados localmente bagoong), preparados con mejillones de gran tamaño o mejillones que se han muerto o debilitado durante el transporte.

### CAPIZ

La *Placuna* adulta o capiz tiene hasta 16 cm de diámetro y se puede encontrar en aguas de 0,5 m a 100 m de profundidad. Si no se la molesta, prefiere vivir bajo una delgada capa de fango que la camufla de sus depredadores. Se ha observado que las jóvenes se sumergen en el fango mediante contracciones agudas y repetidas (cada 4 a 8 segundos) del músculo aductor.

A diferencia de los mejillones o de las ostras, estas tienen un ciclo reproductivo extenso; a los 8-12 meses es sexualmente madura (aproximadamente 70 mm de diámetro). El desove ocurre habitualmente de febrero a mayo. Cuando se las observa contra la luz, el macho tiene color amarillo barro opaco, mientras la hembra tiene generalmente un color anaranjado. Las hembras desovan mediante una contracción repentina del músculo aductor que expulsa forzosamente los huevos a través del borde posteroventral. Los machos liberan esperma en descargas continuas. Los huevos tienen un color dorado y miden aproximadamente 45  $\mu\text{m}$  de diámetro. La fertilización tiene lugar en el agua.

Las larvas en desarrollo solamente son planctónicas por unos 10 días. Las pediveligeras se asientan cuando su tamaño es de 220-230  $\mu\text{m}$ . Las larvas en asentamiento se sumergen directamente en el fondo o flotan con la corriente. Las juveniles de hasta 8 mm de largo son capaces de arrastrarse sobre superficies duras y limpias (por ejemplo, vidrio) y se ha observado que flotan horizontal o verticalmente en la superficie del agua o cerca de ella. Mientras flotan o se arrastran pueden secretar delgados hilos bisales.

Los límites ambientales de tolerancia de la especie son (Rosell 1981): temperatura 24,5-30°C; salinidad 18-38 ppt; pH 6,4-7,7; y oxígeno disuelto 2,65-6,06 ml/L.

La *Placuna* sobrevive en los fondos fangosos blandos o en los fondos fangosos arenosos. Existen notables bancos de *Placuna* a lo largo de la bahía de Manila oriental; Capiz; Iloilo; Talibón, Bohol; Hinigarán y Valladolid, Negros Occidental; Samal, Batán; Labrador, Pangasinán; San José, Mindoro Occidental; Misamis Oriental; y Sulu. En las postrimerías de los 70, los principales terrenos de recolección se encontraban en las Visayas Occidentales, especialmente Leganes, Miag-ao, Guimbal, Tigbauan, Otón, Zarraga, La Paz, y Guimaras en Iloilo; Valladolid y Pontevedra en Negros Occidental; en la desembocadura del canal del Mar de Visayan en Capiz septen-

trional; y Batan, Aklan. La profundidad de estos bancos varía de 4 m a 20 m.

### MÉTODOS DE CULTIVO

La época de recolección habitual en Panay y Negros es el verano (febrero-mayo), cuando el agua es suficientemente clara para bucear. Los buceadores utilizan anteojos protectores, aletas improvisadas y pesos de piedra. En vez de usar tanques normales, respiran a través de una fina manguera conectada a un compresor de aire común montado sobre un barco de servicio cercano. Esta manguera mide habitualmente de 20 a 30 m. En el fondo marino, los buceadores tantean las conchas con guantes y las colocan en bolsas que posteriormente izan a bordo. Los buceadores recolectan aproximadamente 6000 piezas por día, zambulléndose ocho veces y permaneciendo bajo el agua durante 1,5 horas por sumergida.

Los criaderos de *Placuna* son bajíos fangosos en bahías o lagunas protegidas que los criadores cierran con cercos hechos de palos de bambú y alambre de púas. Las semillas de *Placuna*, de 25 a 40 mm de diámetro, son recolectadas dondequiera se las encuentre y se siembran en estos criaderos. En la bahía de Bacoor, la tasa de siembra es de 100 a 200 semillas/m<sup>2</sup>; de esta manera, en un criadero de 1 ha se plantan habitualmente 1 millón de semillas. En la provincia de Capiz, las semillas, que tienen un diámetro de 30-35 mm, se siembran a un promedio de 80.000-120.000/ha. Las semillas plantadas en octubre-noviembre son cosechadas en abril-junio del año siguiente a una longitud promedio de 90 mm, mientras que las plantadas en abril llegan a 80-100 mm de longitud después de 4 meses, con una tasa de supervivencia de 80-90%.

Dado que las conchas de *Placuna* de más de 90 mm de longitud se tornan opacas y no pueden utilizarse para la industria de las conchas, la mayoría se recolectan lo más prontamente posible después de llegar a dicho tamaño, generalmente antes de que hayan podido madurar y desovar.

### PROCESAMIENTO

Las conchas se descarnan en tierra y luego se limpian (se remojan durante la noche en agua dulce y se cepillan vigorosamente). A continuación se cortan en redondeles con una cortadora que funciona como las perforadoras de papel. La cortadora elimina los extremos frágiles y suaves dejando un pedazo de concha transparente y firme. Las conchas cortadas se clasifican por su tamaño y luego se enjuagan en agua fresca. Con una goma blanda se aplica a la cicatriz del

músculo aductor una solución baja de ácido (HCL) para eliminar su huella. Las conchas son nuevamente enjuagadas y luego empapadas en una solución de agua oxigenada que las ablanda para ser trabajadas en diversa forma. Para la fabricación de bandejas o platos se utilizan dos capas de conchas de modo que solo se vea el interior suave y lustroso de la concha por ambos lados.

Algunas conchas se colocan sobre una parrilla y se exponen brevemente al calor del carbón de leña que les da un tono nacarado dorado. Todos los productos se revisten con una capa de fibra de vidrio para darles fuerza.

El procesamiento es intensivo en mano de obra lo que produce empleo e ingresos a pueblos costeros enteros. Los procesadores con suficiente capital compran embarcaciones y contratan buzos para la recolección de las conchas en los bancos naturales. Otros, particularmente los niños y las mujeres, descarnan, limpian, cortan, clasifican, remojan y modelan las conchas para producir diversos artículos de artesanía.

#### PROBLEMAS

En 1977-78, se recolectaron solamente en la provincia de Capiz 42,5 mil millones de bivalvos *Placuna*, evaluados en 850 millones de pesos. La producción total de conchas de *Placuna* en 1979 fue de 221 toneladas, solamente un 14% de las 1635 t/de 1977.

Como las conchas *Placuna* se tornan opacas con la edad y con ello indeseables para la artesanía (que requiere conchas transparentes), se recolectan temprano. Este conflicto entre demanda de conchas jóvenes y transparentes y necesidad de mantener conchas sexualmente maduras para reabastecer las poblaciones, hace que la presencia y el rendimiento de *Placuna* sean muy irregulares.

#### OTROS BIVALVOS

Los bivalvos distintos de las ostras, mejillones verdes y capiz no son objeto de cría, simplemente se recolectan donde se los encuentre. *Modiolus* spp., *Paphia* spp., *Arca* y *Anadara* spp. son recolectados por buceadores que utilizan solo las manos o palas sencillas para excavar. En algunas zonas, durante la bajamar se recolectan almejas encarnadas o berberechos en los bajíos fangosos. La especie *Paphia* es recolectada habitualmente por buzos, pero en algunos lugares la gente puede recogerla vadeando aguas poco profundas con los pies desnudos. La *Modiolus* se presenta en esterillas que se encuentran en el fondo de muchas bahías de aguas poco profundas y que los buceadores recopilan fácilmente.

El molusco *Crytopleura costata* de la provincia de Negros Occidental vive en escondrijos de hasta 50 cm de profundidad en fondos blandos y pegajosos fangosos-arenosos donde abundan limos y detritos. Exhibe una tendencia general al gregarismo. Los bancos naturales *C. costata* tienen una profundidad de 5 a 10 m. Los buceadores utilizan un implemento en forma de paleta de madera o de hierro o utilizan sus mismas manos para extraer al animal de su escondite. El molusco *Crytopleura costata* no se esconde nuevamente si se lo saca de su lugar original (Ablan 1938).

Las ostras perlíferas, *Pinctada margaritifera*, *P. maxima*, y *Pteria* spp; se encuentran en aguas claras de hasta 40 m de profundidad donde la corriente es fuerte y el fondo fangoso o con cascajo. Las ostras juveniles y las adultas jóvenes de hasta 10 cm de largo se adhieren con los hilos bisales a las rocas y otros objetos; sin embargo, cuando se vuelven bastante pesadas como para resistir las corrientes, se desligan y viven libres o débilmente adheridas al fondo marino. Las conchas perlíferas son recolectadas habitualmente por buceadores expertos.

#### ECONOMÍA DE LA CRÍA DE MOLUSCOS

Actualmente existen 1200 criaderos ostrícolas y 700 criaderos de mejillones que realizan operaciones en las Filipinas. Los criaderos ostrícolas ocupan 500 ha de aguas costeras y los criaderos de mejillones 300 ha. En 1980 la producción anual combinada de estos criaderos se evaluó en 1,4 por  $10^4$  t :  $1,0 \times 10^4$  t de criaderos ostrícolas y  $4,0 \times 10^3$  t de criaderos de mejillones. Estudios recientes revelaron que  $9,0 \times 10^3$  ha de aguas costeras son adecuadas para la expansión de la ostricultura y  $5,0 \times 10^3$  ha para la expansión de la miticultura. Se ha identificado un total de 86 criaderos adicionales como zonas costeras adecuadas para el cultivo de bivalvos : 45.000 para criaderos ostrícolas y 41.000 para criaderos de mejillones. Para estos criaderos adicionales, la zona promedio proyectada por criadero es de 0,1 ha para los mejillones y de 0,2 ha para las ostras. La zona proyectada para los mejillones es más pequeña que para las ostras porque los criaderos de mejillones tienen una productividad más alta. Si se utilizan plenamente, esta zona adicional podría suministrar la oportunidad de practicar la maricultura a casi un 20% de los pescadores municipales de las Filipinas.

Si bien los criaderos ostrícolas y de mejillones de las Filipinas tienen un promedio de menos de 4 ha, son lucrativos, dependiendo las ganancias de los métodos de cultivo y del tamaño del terreno. Algunos métodos de cultivo son más pro-

Cuadro 6. Ingresos, gastos y medidas de utilidades para varios métodos de ostricultura y miticultura (basados en Librero et al. 1976).

Rubro	Método de ostricultura				Método de miticultura
	Estaca	Suspensión	Rejilla	Al voleo	Estaca
Tamaño promedio de criadero (m <sup>2</sup> )	1603	5968	472	3678	3242
Inversión de capital (P/criadero)	400	800	203	111	—
(P/ha)	2495	1340	4301	302	—
Total ingresos anuales (P/ha)	8942	18934	19001	1556	12975
Total gastos anuales (P/ha)	5711	4975	9559	1408	5765
Ganancias anuales netas <sup>a</sup> (P/ha)	3231	13419	9442	148	7210
Ganancias sobre ventas (%)	36	73	50	10	56

<sup>a</sup> Incluye mano de obra familiar no remunerada.

ductivos que otros. En un estudio realizado por Ordon y Librero (1976), los ingresos totales de criaderos ostrícolas fueron de P19.001/ha con el método de rejilla, P18.394/ha con el método de suspensión, P8.942/ha con el método de estaca, y P1.556/ha con el método de siembra al voleo (Cuadro 6). Los ingresos de los criaderos de mejillones fueron un 76% de ventas/ha para el método sedal largo, 75% de ventas/ha para el método de cuerda-malla, y 53% de ventas/ha para el método de cultivo de estaca (Cuadro 7).

La expansión de la ostricultura y de la miticultura se ha eliminado en muchas zonas por la reducida demanda, los bajos precios, el alto costo de transporte del producto, la dudosa calidad sanitaria de las ostras y mejillones y la falta de capital.

**PERSPECTIVAS FUTURAS Y RECOMENDACIONES**

Los criaderos de mariscos en la bahía de Bacoor, los primeros que se establecieron en Filipinas, se convirtieron posteriormente en los más productivos. De 1935 a 1955, los criaderos produjeron abundancia de ostras y mejillones en un ambiente relativamente libre de residuos humanos e industriales. La proximidad de los criaderos a Manila y las zonas urbanas de los alrededores hacía posible la distribución de ostras y mejillones naturales a los mercados a un costo de transporte bajo. Estos factores aumentaron la zona de los criaderos de mariscos a 200 ha; algunos de los criaderos produjeron hasta 50 t/ha anualmente.

Cuadro 7. Costos proyectados así como ingresos por cultivo de mejillones en Samar con los métodos de sedal largo, cuerda-malla y estaca.

Rubro	Método de cultivo		
	Long-line	Cuerda-malla	Estaca
Gastos de inversión (P/ha)	64663 <sup>a</sup>	31618	1617
Gastos de explotación anuales (P/ha)	28560	37808	102086
Interés anual <sup>b</sup> (P/ha)	33948	16600	849
Total gastos anuales (P/ha)	127171	86026	104552
Total ingresos anuales (P/ha)	528840 <sup>c</sup>	333450 <sup>d</sup>	222300 <sup>e</sup>
Ganancias anuales netas (P/ha)	401669	247424	117748
Ganancias sobre las ventas (%)	76	74	53

<sup>a</sup> Amortizado sobre 5 años.

<sup>b</sup> Basado sobre el 14% del 75% de la inversión total.

<sup>c</sup> 476 t/ha menos 5% de pérdidas por 1,17 P/kg.

<sup>d</sup> 300 t/ha menos 5% de pérdidas por 1,17 P/kg.

<sup>e</sup> 200 t/ha menos 5% de pérdidas por 1,17 P/kg.

Después de 1960, la demanda y la producción disminuyeron debido a la contaminación del agua por los desechos humanos e industriales. Actualmente han quedado aproximadamente 70 ha de criaderos de mariscos, y su producción está bajando continuamente. Se prevé que los criaderos de mariscos de la zona desaparecerán en algunos años.

El crecimiento y el descenso del cultivo de mariscos en la bahía de Bacoor indica que el potencial para la cría de bivalvos depende crucialmente de algunos factores que afectan la demanda y el suministro de ostras y mejillones. Los factores que afectan la demanda incluyen : la cercanía de los criaderos a los mercados; los gastos de transporte del producto a los mercados; la palatabilidad y limpieza del producto; el precio; la presencia de consumidores con capacidad adquisitiva del productos; y la existencia de buenos mercados para este. Los principales factores que afectan el suministro incluyen la productividad del criadero; los gastos de producción y explotación; los precios; la disponibilidad de zonas de cultivo adecuadas (no contaminadas); y la ayuda financiera del estado. Estos factores deben tenerse en cuenta cuando se hagan planes para desarrollar el potencial con miras a establecer zonas de siembra, cultivo y limpieza de ostras y mejillones. Hay que demostrar la oportunidad de desarrollar un negocio potencialmente lucrativo para convencer a las familias pesqueras municipales que la integración de la pesca cultivada con la pesca capturada los convertirá en miembros económicamente productivos de su comunidad.

### *ACCIÓN RECOMENDADA*

La expansión del cultivo de ostras y mejillones requiere la intervención del gobierno para proteger la salud pública mediante reglamentos sanitarios; aumentar su demanda mediante medidas de fomento; aumentar su producción mediante innovaciones en las técnicas actuales e incentivos para la expansión de la cría.

### *PROTECCIÓN DE LA SALUD PÚBLICA*

Las ostras y mejillones filipinos son cosechados en aguas de calidad sanitaria desconocida, transportados y procesados en condiciones que pueden ser insalubres y almacenados a temperaturas que estimulan la multiplicación de bacterias. Actualmente existe poco o ningún control eficaz por parte del gobierno. El gobierno debe proteger la salud de sus ciudadanos, los visitantes de otros países y los residentes de otros países que consumen productos filipinos.

Hay que producir, procesar y transportar los mariscos y otros alimentos en condiciones que

aseguren productos sanos. Para alcanzar este objetivo se requieren una serie de medidas a largo plazo que incluyen :

- Estudios sanitarios de las zonas destinadas a ostras y mejillones. La BFAR u otros organismos oficiales apropiados deben realizar o encargar estudios sanitarios de todas las aguas que son fuente de bivalvos alimenticios; los estudios deben incluir la determinación periódica de bacilos totales y fecales coliformes en las aguas y en los mariscos de aguas productivas por lo menos durante un año, así como de la aguas propuestas para la expansión del cultivo de ostras y de mejillones.
- Un programa sanitario de mariscos y de salubridad. La BFAR debe diseñar e implantar un sistema de aprobación de zonas y métodos (incluso la purificación donde sea necesaria) para la siembra de mariscos así como los medios para hacer cumplir los reglamentos. Los procedimientos de control deberán ser consistentes con los requisitos de los países que puedan importar moluscos filipinos — por ejemplo, Estados Unidos, cuya Administración de Alimentos y Drogas ha establecido pautas para los mariscos importados.
- Un sistema para la limpieza natural de los mariscos cultivados en aguas contaminadas. Se deberá establecer una serie de estaciones de limpieza de mariscos en zonas limpias cerca de zonas de cultivo contaminadas, comenzando con tres estaciones, probablemente en Pangasinán, Capiz y Quezón. Los mariscos serían guardados en las estaciones durante 1-3 semanas antes de ser comercializados. Se recomienda que estas estaciones sean administradas por la BFAR conjuntamente con otros organismos gubernamentales apropiados.
- Una planta piloto de purificación de mariscos. Se deberá establecer una planta de purificación, cerca de Manila y operada por la BFAR para desarrollar y probar procedimientos de la limpieza de los mariscos en zonas donde no se dispone de aguas impolutas para la limpieza natural. Si es factible, deberán establecerse plantas de purificación en varias zonas y ser operadas por organismos gubernamentales o la industria privada bajo supervisión gubernamental.
- Una planta piloto para el procesamiento de mariscos. La BFAR deberá también administrar una planta de demostración de métodos sanitarios de descarte de mariscos; de procesamiento, envase, almacenamiento y embarque de la carne obtenida; y de capacitación de operadores de planta. Dicha

planta deberá estar situada en una zona donde la producción supere la demanda local y donde el transporte excluya el envío en la concha. Los posibles sitios son Roxas (Capiz), Bacolod (Negros Occidental), y Dagupán (Pangasinán). Otra posibilidad es la zona de Manila, en combinación con una planta de purificación de mariscos operada por un organismo gubernamental. En este caso, los mariscos de una variedad de fuentes podrían ser limpiados, descarnados y procesados en un solo lugar.

### DEMANDA CRECIENTE

Con frecuencia se cita la limitada demanda como razón importante para el fracaso de la expansión rápida del cultivo de ostras y mejillones y este es un sector en el cual el gobierno puede intervenir eficazmente para :

- Asegurar la disponibilidad de productos limpios y sanos. La falta de garantías de que los mariscos producidos en Filipinas son seguros para comer limita las ventas en los principales mercados. La falta de un programa sanitario oficial que otorgue una certificación aceptable sobre salubridad excluye inclusive la venta de mariscos procesados en la mayoría de los mercados mundiales.
- Desarrollar mejores sistemas de empaque y envío para mejorar la calidad del producto. Los mariscos de zonas suburbanas como Capiz, Samar, Negros y Pangasinán requieren 6-24 horas para llegar a Manila, el mercado principal. Las ostras pueden vivir en la concha aproximadamente 3 días fuera del agua pero una buena parte de mejillones verdes muere al transcurrir un día. Por consiguiente, el producto que llega al mercado de Manila podría estar ya en mal estado, dejando un tiempo muy breve para la distribución a los minoristas, venta y consumo. Por consiguiente, se recomienda que la BFAR evalúe los métodos actuales de empaque y envío y desarrolle sistemas que reduzcan la mortalidad y extiendan el período apto de mercadeo en Manila. Estos sistemas deben ponerse a prueba y ser demostrados a la industria.
- Introducir el procesamiento para artículos que deben ser embarcados, con objeto de reducir el volumen y asegurar la calidad. Las ostras descarnadas bajo condiciones sanitarias y comercializadas en recipientes sellados mantenidos en hielo retienen la calidad hasta 10 días y solamente tienen el 8-18% del peso de las ostras en concha. Un sistema basado en esta observación crearía empleo en las plantas de procesamiento locales y retendría

las conchas cerca de los criaderos donde se usan como colectores. Igualmente, los mejillones deben abrirse con vapor y la carne congelarse para su envío a los centros urbanos de Filipinas y a los mercados de exportación. Otros productos que podrían ser procesados y empacados en varias regiones de Filipinas incluyen las ostras descarnadas o cocidas al vapor o la carne de mejillón congelada en bloques y empacada en recipientes de diverso tamaño para su envío a los mercados mundiales. Los productos en conserva incluyen ostras y mejillones ahumados o hervidos, y guisos o sopas de ostras o mejillones; también están los productos secos. El gobierno debería redoblar sus esfuerzos para intensificar el desarrollo y la prueba de procedimientos para la preparación de productos en varias formas para uso interno y para exportación, capacitando personal de la industria en su utilización.

- Asegurar la continuidad del suministro. Debido a que las ostras y los mejillones se cultivan en criaderos, debería ser posible programar cosechas de modo que los consumidores cuenten con ostras y mejillones frescos durante todo el año. La BFAR debe prestar apoyo a los maricultores en el análisis de mercado y asesoría sobre la mejor época de recolección de la cosecha.

### INCREMENTANDO LA PRODUCCIÓN

Existen buenas oportunidades para aumentar la producción : más de  $9,0 \times 10^3$  ha en bahías de aguas poco profundas son adecuadas para la ostricultura, aunque actualmente se utilizan menos de 500 ha. Análogamente, casi  $5,0 \times 10^3$  ha son adecuadas para la miticultura y se utilizan actualmente menos de 300 ha. Para incrementar la producción, el gobierno debería :

- Evaluar y modificar los métodos de alta productividad utilizados en otras regiones.
- Establecer programas de capacitación, expandir los servicios de extensión de maricultura, y manejar criaderos de demostración para estimular la expansión del cultivo de ostras y de mejillones.
- Contratar o realizar investigación para resolver problemas biológicos (incertidumbre en la predicción del asentamiento, ataques de depredadores y otras causas de mortalidad, etc.) que limitan el cultivo de ostras o de mejillones.
- Ayudar a las familias pesqueras municipales a convertirse en maricultores. Existen bastantes zonas adecuadas en Filipinas que brindan espacio para más de 45.000 criaderos adicionales de ostras y aproximadamente

41.000 de mejillones. Dicha expansión debería beneficiar casi al 20% de las familias pesqueras municipales, el 100% en Samar, el 50% en Pangasinán y más del 5% en Quezon — las principales provincias. Las medidas gubernamentales para estimular el cultivo municipal de tiempo completo o parcial podrían incluir la asignación de espacio para el cultivo de ostras y mejillones (limitando los lotes a un tamaño suficientemente grande como para brindar aumentos substanciales en los ingresos de las familias pesqueras municipales pero suficientemente pequeño como para que no resulten atractivos a personas o corporaciones acaudaladas); establecer programas de capacitación y expandir los servicios de extensión de maricultura de la BFAR en cooperación con otros organismos gubernamentales apropiados, universidades u organizaciones; suministrar fondos para

familias pesqueras que deseen convertirse en maricultores mediante programas de asistencia como el *Biyayang Dagat*; operar y suministrar gratuitamente servicios de limpieza de mariscos y ofrecer servicios de administración de negocios a los maricultores. Las estaciones de limpieza y los criaderos de demostración operados por la BFAR deberían realizar las funciones administrativas de las cooperativas hasta que los maricultores sean capaces de realizar la operación sin asistencia gubernamental. Los servicios deberían incluir ayuda en la comercialización o mercadeo y la compra en grande de equipo y suministros. Las estaciones de limpieza de la BFAR recibirían pago por parte de los compradores de mariscos limpiados, de modo que las amortizaciones de los préstamos puedan deducirse de las ganancias.

**Leslie Cheong** *Sección de Acuicultura,  
Departamento de Producción Primaria,  
Changi Point, Singapur*

El mejillón verde (*Perna viridis*) es cultivado en Singapur; sin embargo, otros bivalvos, como las ostras (*Saccostrea cucullata*) y los mejillones marrones (*Glaucanome rugosa*), se recolectan principalmente en estado natural. La producción de mejillones procede de los pescadores artesanales que los recogen de las estacas durante la marea baja o de los criadores que realizan sus operaciones de cultivo desde balsas en las zonas costeras. La producción anual se estima en 500 t, la mitad de las cuales proviene de semillas en estado natural y la otra mitad de cultivos.

La Universidad Nacional de Singapur realiza investigación básica sobre bivalvos y, a fines de 1975, el Departamento de Producción Primaria del Ministerio de Desarrollo Nacional inició estudios sobre el cultivo intensivo de mejillones en las aguas costeras de Singapur.

**PRÁCTICAS DE CULTIVO  
(PARA MEJILLONES VERDES)**

Los terrenos adecuados para la miticultura (tanto en la fase de vivero como en la de maduración) son los que tienen concentraciones de fitoplancton que varían de 17 µg a 40 µg Chl. a/L de agua marina, corrientes que van de 0,17 m a 0,25 m/segundo en la pleamar y de 0,25 m a 0,35 m/segundo en el reflujo, y la productividad horaria primaria varía de 73 µg a 100 µg carbón/m<sup>3</sup>. Los estuarios de Sungei Serangoon, Sungei Ponggol, y Sungei Seletar en el estrecho de Johore oriental y Sungei Kranji y Sungei Sarimbun en el estrecho de Johore occidental tienen poblaciones naturales de mejillones y son adecuados para el cultivo.

<sup>1</sup> En total, durante el seminario se sometieron cinco presentaciones sobre diversos aspectos del cultivo de bivalvos en Singapur. Estas contribuciones están señaladas en el anexo 2. Se agradece la cooperación de los diferentes autores en acceder a la redacción de un solo informe del país.

Se utiliza una modificación del método de balsa empleado en España (Cheong y Lee 1982, inédito), y los mejillones se crían en cuerdas de cultivo suspendidas desde balsas. Las balsas consisten básicamente en pontones de madera con palos transversales para las cuerdas del cultivo. Están ancladas paralelamente al flujo de las mareas con el objeto de minimizar la resistencia de las olas, y están dispuestas en hileras para maximizar la utilización del espacio de agua y reducir el problema del enredamiento de las cuerdas que ocurre a menudo con balsas ancladas individualmente. La zona de lote mínima es de 0,5 ha y la zona de cultivo efectiva es un 20-30% de esta zona aproximadamente, mientras que el espacio restante se utiliza para fines de anclaje.

**VIVERO**

En estudios anteriores realizados en el Departamento de Producción Primaria, las cuerdas usadas para la recolección de semillas (Cheong y Chen 1980) eran de 4 m de largo y 40 mm de diámetro, estaban hechas de fibras de corteza de coco no aceitadas y eran diferentes de las utilizadas en la fase de maduración. Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que tanto la fase de captura de semillas como la de maduración podrían realizarse sobre una rueda de policoco (Cheong y Lee 1981) consistente en una cuerda principal de polietileno de 14 mm de diámetro con pedazos de cuerda de corteza de coco de 40 mm adheridos al centro de cada metro de la cuerda principal. Los cultivadores también utilizan una red de polietileno para la recolección de semillas y la maduración.

Aproximadamente dos semanas después de haberse sumergido la cuerda, se asientan las semillas, primero a lo largo del contorno de la cuerda y más tarde a lo largo de toda su superficie. En una cuerda de corteza de coco común de 4 m, las semillas tienden a asentarse más densamente sobre los 2 m superiores de la cuerda, mientras que en las cuerdas de policoco el asentamiento es más uniforme.

Una técnica simple y eficaz para inducir el desove de los mejillones consiste en aumentar rápidamente la temperatura del agua; este método ha sido probado por Lim et al. (1982, inédito) y

ha demostrado ser mejor para mejillones condicionados en tanques durante algunos días que para mejillones recién recolectados.

En la predicción del asentamiento, las cuerdas de prueba se verifican una vez cada quincena y la aparición de semillas de 0,5 mm de largo sobre ellas indica el momento de poner más cuerdas en cultivo. Los criadores utilizan algunas veces el color del manto para averiguar el comienzo del desove. Cuando la mayoría de los mejillones tiene un manto de color rojizo, se consideran listos para el desove y el asentamiento de semillas debe ocurrir en 1-2 semanas. El asentamiento tiene lugar durante todo el año, con puntos culminantes (estaciones) aproximadamente en febrero-mayo y octubre-noviembre en el estrecho oriental de Johore y en junio-agosto y noviembre-diciembre en el estrecho occidental de Johore. Sin embargo, las estaciones varían de año en año y se ha observado que pueden presentarse hasta una vez cada dos meses. Cada asentamiento en la estación dura normalmente de 2 a 3 semanas. Habitualmente, si se recolectan de una vez 5000 semillas/m<sup>2</sup>, el recurso se considera suficiente para el cultivo comercial. (La zona de superficie combinada de la porción de cultivo de la cuerda de policoco es de 0,164 m<sup>2</sup> para la cuerda de 2 m y de 0,328 m<sup>2</sup> para la cuerda de 4 m.)

### MADURACIÓN

Los mejillones recolectados en los terrenos del vivero se mantienen allí para la maduración o se transfieren a zonas donde no tienen reproductores. En zonas donde solamente es posible la maduración, es decir donde no se encuentran semillas, la corriente puede ser algo más rápida que en los terrenos de viveros.

El promedio de los incrementos mensuales de crecimiento para la longitud de la concha es de 1,06 cm y para el ancho de 0,4 cm. Los mejillones alcanzan un tamaño comercial de 6-7 cm después de 6 meses cuando el índice de condición de la carne es de aproximadamente 80.

Para cuerdas de vivero hechas enteramente de corteza de coco, se necesita ralear antes de la maduración. Esto se realiza dos meses después de haberse recolectado las semillas sobre las cuerdas del vivero e implica ligar las semillas a las cuerdas de producción. Cada cuerda es de 14 mm de diámetro y 4 m de largo. La operación lleva tiempo, es laboriosa y constituye una de las principales dificultades para la producción de los mejillones en gran escala.

Los cultivadores que utilizan cuerdas de policoco no necesitan ralearlas porque las semillas que se han asentado sobre las piezas de corteza de coco de la cuerda de policoco se distribuyen naturalmente a lo largo de toda la cuerda durante la

maduración. Cuando se utilizan redes de polietileno, tampoco es necesario ralear.

Las cuerdas se sumergen de 8 cuerdas/m<sup>2</sup> para la recolección de semillas y se esparcen de 4 cuerdas/m<sup>2</sup> para la maduración y se verifican ocasionalmente por si se enredan. La doble inmersión, es decir la inmersión de las nuevas cuerdas de recolección de semillas entre las cuerdas de maduración ayudaría a incrementar la producción así como a escalar o espaciar el tiempo de recolección. Los estudios realizados han demostrado que la sombra es innecesaria para el vivero o la fase de la maduración.

Los mejillones se cosechan al cabo de 6 meses. De una cuerda de producción de polietileno de 4 m, se puede esperar una producción de 40 kg de mejillones. Las cuerdas de policoco de 2 m y de 4 m rinden 25 kg y 42 kg, respectivamente. En otras palabras, con base en una densidad de repoblación de 4 cuerdas/m<sup>2</sup>, la producción semestral de cuerdas de policoco sería de 100 kg a 160 kg/m<sup>2</sup>.

### PROBLEMAS Y DIFICULTADES

Hasta la fecha, los maricultores de Singapur no han dado cuenta de problemas importantes en el cultivo de mejillones. Las dificultades residen en el manejo de la gran cantidad de mejillones al natural con concha que se cosechan en cualquier momento. El método actual consume tiempo y es intensivo en mano de obra y el Departamento de Producción Primaria está estudiando la posibilidad de mecanizar la operación.

### MANEJO POSTCOSECHA

Los límites bacteriológicos aceptables para las importaciones de ostras congeladas y descarnadas en Singapur son : conteo de plaqueta aeróbica,  $\leq 500.000$  MPN/g; *Escherichia coli*,  $\leq 20$  MPN/g; *Vibrio parahaemolyticus*,  $\leq 100$  MPN/g; *Salmonella*, *Shigella* y *V. cholera*, cero en 25 g.

El Departamento de Producción Primaria verifica los niveles de metal pesado y de bacterias en el agua y los mejillones de las zonas de cultivo, y hasta la fecha ha observado que los niveles están dentro de los límites aceptables.

Se han realizado estudios sobre el uso de un sistema ultravioleta de recirculación del agua marina para la purificación de alta densidad de bivalvos; las conclusiones del estudio indican que los mejillones altamente contaminados ( $> 2400$  *E. coli*/m<sup>2</sup>) pueden ser purificados hasta límites aceptables ( $\leq 20$  MNP *E. coli*/g de carne) en 48 h. El sistema utiliza una densidad de repoblación de 100 kg de mejillones con concha/m<sup>3</sup> de agua a

un flujo hídrico de 6 m<sup>3</sup>/h (Cheong y Syed 1982). Los mejillones se colocan en bandejas planas que se apilan en hileras y se riegan cada 24 horas. Se hace escurrir el agua y luego se añade agua marina fresca esterilizada para una nueva purificación de 24 horas. Este método es factible tanto para operaciones de pequeña como gran escala y podría utilizarse para mejorar la calidad de los mejillones vivos cuando se comen crudos o semicocidos.

Localmente se han fabricado máquinas de procesamiento postcosecha para la separación, lavado, deshilificación y descarnado de los mejillones bajo la supervisión conjunta del departamento y de una firma de ingeniería paraestatal, la M/S Applied Research Corporation. Los diseños, basados en los desarrollados por cultivadores en Holanda, fueron modificados para ajustarse a las condiciones locales. La separadora y lavadora puede manejar aproximadamente 1 t/h con un 10% de rompimiento y un 80% de eficacia. La deshilificadora elimina los hilos bisales de los mejillones individuales y puede manejar 1 t/h — con aproximadamente un 15% de rompimiento y 30% de eficacia. La descarnadora extrae la carne de la concha y maneja mejillones cocidos — de nuevo aprox. 1 t/h — casi sin rompimiento y con aproximadamente 60% de eficacia. Los mejillones tienen que ser cocidos a presión para extraer la carne.

Debido a que estas máquinas todavía están sometidas a prueba, los cultivadores contratan actualmente a sus familias para realizar las operaciones: los mejillones se cuecen habitualmente en un tambor metálico, se descarnan manualmente y se saltean sobre una plancha de metal. Luego se secan al sol y se venden. Unas 5 personas pueden manipular 300 kg de mejillones frescos o al natural en 6 h, es decir 10 kg de moluscos/persona-hora.

La duración almacenada del mejillón depende del estado en que se venda. Los mejillones con concha al natural solamente pueden mantenerse vivos durante dos días en condiciones a temperatura normal. Deben ser mantenidos en un saco húmedo pero no entre agua estancada. Los estudios han demostrado que la duración almacenada puede aumentarse hasta 4 días si se colocan en bandejas planas con flujo de agua esterilizada.

Los mejillones procesados tienen duraciones almacenadas más extensas. Los mejillones cocidos pueden mantenerse en nevera de una a dos semanas y en congeladora de dos a tres meses. Si se congelan rápidamente, pueden almacenarse de 1 a 2 años y la textura de la carne todavía será comparable a la de los mejillones recién cocidos. El glaseado de mejillones congelados individualmente ayuda a retener su forma de modo que pueden ser más fácilmente manejados durante el

descongelamiento. La duración almacenada de la carne seca de mejillón depende del contenido de humedad. Después de secarse al sol, la composición de humedad es habitualmente de un 10% del peso de la carne seca y la carne puede almacenarse durante 4 meses si se mantiene en contenedores o recipientes herméticamente cerrados.

Los mejillones con concha pueden refrigerarse enteros para su almacenamiento y sumergirse directamente en agua hirviendo antes de ser comidos. Si se dejan descongelar antes de ser cocidos, la carne se quiebra y adquiere un aspecto desagradable. La carne cocida puede ser puesta en salmuera o ahumada y el producto enlatado como se hace en Europa.

La composición proteínica de la carne de mejillón local es en promedio 67,8 g/100 g de peso seco. Este tenor proteínico se compara favorablemente con la carne vacuna, porcina, de carnero, de pollo y los huevos. La composición aminoácida es comparable con la de harina de pescado y el camarón de alta calidad, ya que es bastante rica en componentes esenciales. La carne también contiene minerales como calcio, fósforo, hierro, yodo, cobre y pequeñas cantidades de tiamina, riboflavina y niacina. La concha contiene un 90% de calcio que puede ser incorporado directamente en alimentos adecuados para gallinas ponedoras. Asimismo, se ha informado desde el exterior que la carne de mejillones verdes tiene un efecto antiartrítico.

No existe una industria dedicada al procesamiento de los mejillones en Singapur. Sin embargo, existe una fábrica local de conservas que envasa berberechos (curry). El departamento ha realizado estudios sobre la refrigeración en bloque de carne de mejillón cocida; glaseado y refrigeración rápida de mejillones individuales; y ahumado, salado y secado de carne de mejillón.

### PLANES PARA EL FUTURO

El departamento examinó la economía del cultivo de mejillones verdes en Singapur con varios métodos de cultivo (balsa, sedal largo, poste y 'bouchot'), con base en extrapolaciones de conclusiones investigativas, y concluyó que el cultivo en balsas era el más viable. Las operaciones que no implican raleamiento y que utilizan cuerdas de policoco de 4 m suspendidas desde una balsa simple de 150 m<sup>2</sup> o desde un grupo de balsas localizadas en un criadero (0.5 ó 0.75 ha) son económicamente viables. Sin embargo, las operaciones altamente mecanizadas y en gran escala son más lucrativas.

Existe la necesidad de asegurar la existencia de bivalvos sanos y de buena calidad en Singapur.

Se deben realizar más estudios sobre un sistema de purificación de alta densidad adecuado para otros bivalvos, especialmente ostras y berberechos

y deben seguir realizándose estudios para mejorar las máquinas utilizadas en las operaciones postcosecha.

### *D.H. Sadacharan* Ministerio de Pesca, Galle Face, Colombo 3, Sri Lanka<sup>1</sup>

Los recursos de bivalvos en las aguas de Sri Lanka son considerables, y algunos han sido descritos por Fernando (1977) y Pinto y Wignarajah (1980). La explotación actual se encuentra muy por debajo del nivel de la producción natural y se limita a las poblaciones silvestres, ya que el cultivo de bivalvos no se practica en el país.

Las especies de bivalvos que se encuentran comúnmente en Sri Lanka son : *Crassostrea belcheri* y *Saccostrea cucullata*; mejillones — *Perna perna*, *P. viridis*, y *Modiolus auriculatus*; berberechos — *Anadara antiquata* y *Larkinia rhombea*; y otros : — *Pinctada vulgaris*, *Pinna bicolor*, *Geloina coaxans*, *Gafrarium tumidum*, *Meretrix meretrix*, *Marcia opima*, y *Donax faba*.

#### USO ACTUAL

Hasta la fecha, la demanda de bivalvos ha sido reducida, limitándose a subsistencia en zonas donde los recursos son abundantes. Las familias pesqueras locales recurren a los bivalvos durante las estaciones de los monzones cuando no pueden aventurarse en el mar y la pesca es escasa.

Las almejas y berberechos frescos se cuecen con condimentos y transforman en curries; pequeñas cantidades, secadas al sol, se venden ocasionalmente en los mercados durante e inmediatamente después del período de los monzones. Las con-

chas de las almejas se utilizan para la manufactura de cal en la costa occidental. Debido al incremento reciente del turismo en las zonas costeras, la utilización de las poblaciones silvestres de ostras ha aumentado considerablemente en algunos lugares.

#### PERSPECTIVAS FUTURAS

Los ricos recursos en bivalvos, especialmente ostras y mejillones en ciertas zonas costeras y lagunas, indican condiciones ambientales adecuadas para su cultivo, si bien los estudios realizados sobre parámetros químicos, físicos y biológicos en estas zonas constituyen un requisito previo para cualquier proyecto de cultivo. El nivel mareal bajo (promedio <0,5 m) y las abundantes infestaciones de lapas son comunes en estas zonas. Asimismo, la mayoría de las grandes lagunas tienen intensas actividades pesqueras y densas poblaciones, así como un activo tránsito de embarcaciones. Por consiguiente, las decisiones sobre sitios, métodos y períodos de la recolección de semillas así como su selección deberán realizarse con cuidado.

El año próximo se llevarán a cabo estudios preliminares sobre ostricultura en la laguna de Putlam en la costa occidental. Actualmente se carece de personal capacitado y de conocimientos técnicos debido a que la maricultura no es una ocupación tradicional en Sri Lanka, como sí lo es en muchos países del sudeste de Asia.

<sup>1</sup> Sede actual : National Aquatic Resources Agency, Fisheries Complex, Crow Island, Colombo 15, Sri Lanka.

# TAILANDIA<sup>1</sup>

*Anant Saraya Departamento de Pesca, Ministerio de Agricultura y Cooperativas, Bangkok, Tailandia*

Tailandia figura entre las 10 principales naciones pesqueras del mundo, con una producción registrada de aproximadamente  $2,0 \times 10^6$  t. Los productos marinos representan más del 90% de esta cifra e incluyen una modesta producción de moluscos. Existe potencial para una producción aun mayor y el gobierno de Tailandia, mediante el Departamento de Pesca, fomenta actualmente el desarrollo de la acuicultura costera como uno de los componentes del Plan Quinquenal Nacional de Desarrollo Económico y Social (1982-86). Esta actividad de desarrollo está a cargo de la División de Pesca en Aguas Salobres (BFD) del Departamento de Pesca, con el apoyo de varios organismos extranjeros incluyendo la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Programa de Desarrollo de la ONU (PNUD), la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el Banco de Desarrollo Asiático (ADB), y el Banco Mundial.

Tailandia tiene un litoral de  $2,6 \times 10^3$  km en el Golfo de Tailandia y el Mar de Andamán. La superficie total de bajíos intermareales, basada

<sup>1</sup> Este informe incluye información sobre el ciclo reproductivo de mejillones, extraído de una ponencia sometida por Tanittha Chongpeepien, que trabaja también en el Departamento de Pesca. Se agradece mucho la cooperación de los autores en aceptar la publicación de una sola ponencia nacional.

en 2 km de ancho a partir de la orilla es de aproximadamente  $3,25 \times 10^6$  rai ( $5,2 \times 10^5$  ha). El banco intermareal puede utilizarse para el cultivo de moluscos, la piscicultura en jaulas, y el cultivo de camarones en corrales. Además, el uso de algunas zonas deterioradas de mangles podría suministrar aproximadamente  $3,0 \times 10^5$  ha de tierras costeras para el desarrollo de estanques de camarones y peces. La pesquería de moluscos en Tailandia ha sido estudiada por Rabanal et al. (1977).

## PRODUCCIÓN ACTUAL

Los bivalvos han sido capturados y cultivados en Tailandia durante varios decenios. Las poblaciones de las provincias marítimas que han recolectado tradicionalmente los moluscos comestibles, se han dedicado cada vez más a su cultivo en vista de que el deterioro del ambiente ha reducido la producción natural.

Para consumo humano se cultivan ostras (*Crasostrea commercialis*, *C. lugubris*)<sup>2</sup>, mejillones (*Mytilus smaragdinus*), y berberechos (*Anadara granosa*); las especies para alimento recolectadas de bancos naturales incluyen *Modiolus senhauzenii*, *Paphia undulata*, *Pholas* spp., *Solen abbreviatus*, *Ensis malaccensis*, *Mactra* spp., *Donax faba*, y *Trochus* sp. Las conchas de algunas

<sup>2</sup> Nota del editor : la *C. lugubris* puede ser una especie similar a la *C. belcheri* observada en Malasia; asimismo la *C. commercialis* puede ser similar a la *C. cucullata*.

Cuadro 1. Producción actual y potencial de mariscos cultivables en Tailandia (Rabanal et al. 1977).<sup>a</sup>

	Producción			Potencial estimado	
	Región (ha)	Unidad (t/ha)	Total (t/año)	Región (ha)	Producción <sup>b</sup> (t/año)
Mejillones	2626	39,5	103727	34994	1382263
Mejillones hipomorfos	300	40,6	12180	4600	186760
Moluscos de arca (coquinas)	500	8,9	4450	11300	100570
Ostras	1430	13,4	19162	13190	176746

<sup>a</sup> Basado en cifras suministradas por la División de Pesca en Aguas Salobres, Ministerio de Pesca, 1970.

<sup>b</sup> Basado en tasas de producción actuales. Otro modo de aumentar la producción consiste en mejorar las técnicas, una posibilidad que no se ha considerado aquí.

Cuadro 2. Captura (t) de especies baratas de moluscos, 1974-79.

	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Coquinas hemoglobinas	3130	6201	12729	16646	16326	19263
Mejillones verdes	13478	46916	72542	81855	49868	48266
Ostras	4398	5456	6963	15889	14594	9832
Mejillones hipomorfos	12887	29681	43233	15711	17313	12553
Almejas	13806	14307	23275	17360	10654	21098
Hoi tok	4320	2532	600	420	225	75
Almejas-navaja	36	270	326	336	360	108
Hoi lod	40	1	1	4	86	158
Veneras	—	648	255	90	491	550
Otros moluscos	13	—	—	58	12	32

especies se utilizan como decoración, entre ellas *Trochus* sp., *Turbo* sp., *Placuna placenta* y *Mytilus*. Las especies cultivadas para perlas son : *Pinctada margaritifera*, *P. maxima*, y *Pteria penguin*.

Tailandia posee extensas zonas para el cultivo de moluscos. En 1976, la actividad se extendió a  $4,9 \times 10^3$  ha, pero la superficie potencial es de  $6,0 \times 10^4$  ha (Cuadro 1), de acuerdo con un estudio de campo realizado por la BFD.

La producción de moluscos ha fluctuado de manera considerable. Gradualmente aumentó de  $5,0 \times 10^4$  t en 1958 a un máximo de  $2,9 \times 10^5$  t en 1971 y luego bruscamente declinó. Aumentó de nuevo de  $5,0 \times 10^4$  t en 1974 a más de  $1,0 \times 10^5$  t en 1979 (Cuadro 2). El valor total en 1977 ascendió a 264 millones de baht (US \$1 = 22,5 baht) y en 1978 a 342 millones de baht (Cuadro 3).

#### INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN EL TRABAJO SOBRE BIVALVOS

Las tierras costeras de Tailandia están compuestas de los manglares y los bajos fangosos o fangoso-arenosos frente al bosque de manglares. La acuicultura costera de estas zonas está a cargo de la BFD. Generalmente, las lagunas de camarón y peces se construyen donde el bosque de mangle ha sido destruido, mientras que el cultivo de

moluscos se practica en bajos fangosos o fangoso-arenosos. En algunos lugares se practica también el cultivo en jaulas flotantes.

Otros organismos oficiales que se ocupan directamente de la pesca de moluscos son las 6 estaciones de Pesca en Aguas Salobres y el Centro Agrícola Costero Songkhla que tiene por función administrar y desarrollar tanto la pesca como los mariscos. Varias universidades trabajan en estrecha colaboración con el personal del Departamento de Pesca (DOF) en investigación y capacitación. Actualmente, la Facultad de Pesca de la Universidad de Kasetsart y el Departamento de Ciencias Marinas de Chulalongkorn trabajan sobre bivalvos y campos afines. Otras universidades, inclusive Sri Nakharinwirot y Songkla, participan en alguna medida.

En 1982, el Centro Internacional para la Administración de Recursos Acuáticos Vivos (ICLARM) empezó a apoyar un proyecto de asistencia técnica a la investigación aplicada sobre acuicultura costera. Este organismo realizará el proyecto mediante acuerdo especial entre el gobierno de Tailandia y el organismo alemán de cooperación técnica (GTZ).

No se sabe cuándo comenzó el cultivo de bivalvos en Tailandia; sin embargo, los sistemas actuales han estado en operación durante varios decenios.

Cuadro 3. Captura y valor de la producción de moluscos de Tailandia (1977, 1978).

	1977		1978	
	cantidad (h)	valor (1000 bath) <sup>a</sup>	cantidad (t)	valor (1000 bath)
Coquinas hemoglobinas	16646	47135	16326	59666
Mejillones verdes	81855	90041	49868	69815
Ostras	15889	88978	14594	154113
Mejillones hipomorfos	15711	15711	17313	19044
Almejas cuellicortas	17360	19096	10654	31962
Otros moluscos	976	2928	2670	7120

<sup>a</sup>US \$1 = 22,5 baht

### OSTRAS

La práctica de la ostricultura se intentó por primera vez en la provincia de Chantaburi hace unos 35 años y desde entonces ha sido introducida a otros bajíos fangosos intermareales, mayormente en la región oriental del golfo de Tailandia, particularmente en la provincia de Cholburi. Traad, Chantaburi y Rayong en la costa oriental y Chum-porn y Surajthani en la costa occidental cuentan también con cantidades moderadas de ostras procedentes de criaderos. De los bancos naturales y cultivados se pueden capturar dos especies: *C. commercialis* y *C. lugubris*. La primera, una especie pequeña, se cultiva comúnmente a lo largo de la costa oriental. La *C. lugubris*, se produce naturalmente en la costa occidental, así como en los criaderos de la provincia de Surajthani. Es más cara que la *C. commercialis* y tiene gran demanda para consumo fresco. Se han observado semillas a lo largo de las costas oriental y occidental, así como en la costa del Mar de Andamán. El mayor número de desoves ocurre en mayo-julio y octubre-noviembre.

Los sitios de cultivo de ostras están ubicados generalmente en los fondos firmes y estables de los bajíos intermareales que sostienen colectores pesados de semillas como bloques de cemento, piedras o rocas. Los colectores no deben exponerse más de 3-4 horas durante la marea baja y deben estar sumergidos durante la marea alta para que las ostras puedan alimentarse. Para el crecimiento de las ostras es esencial una cantidad suficiente de plancton, suministrado por el oleaje suave en aguas relativamente claras.

Los métodos de cultivo varían en Tailandia del tradicional al semitradicional y el más adecuado para una zona determinada depende de las condiciones del fondo. Existen básicamente cuatro tipos: el que utiliza piedras o rocas como sustrato, el que utiliza estacas de madera, el que descansa sobre bloques de concreto y el que incorpora bandejas. El primer método que se empleó en Tailandia fue el de las grandes piedras en fondos firmes, arenosos o arenoso-fangosos. Las semillas que se adhieren a estos materiales se dejaban 1-1,5 años antes de ser recolectadas.

Las estacas de palma datilera y de bambú son también usadas para colectores en algunas regiones de Rayong, Ranong, y Surajthani. El método de estaca se practica en fondos blandos o fangosos y las estacas se incrustan a una distancia de 0,6 m unas de otras aproximadamente. Estos asentamientos se dejan crecer por un año al cabo del cual se recolectan.

Como colectores se emplean también varias clases de bloques de concreto que se incrustan en el fondo, a una distancia de 0,6 m, de manera

que haya suficiente espacio para el manejo de los criaderos.

El método de bandeja de fondo poco profundo se utiliza para ostras reproductoras trasplantadas a nuevas zonas o para las ostras pequeñas jóvenes. Las ostras jóvenes, de aproximadamente 2-4 cm, se colocan en una bandeja de fondo somero que consiste en una estructura de madera con un fondo de red de nilón. Las bandejas pueden cubrirse con una malla fina de nilón para evitar pérdidas por el oleaje. Las bandejas están agarradas al fondo por postes.

Los ostricultores necesitan un método simple para determinar el mejor momento de colocar los colectores evitando la adherencia de lapas y optimizando la recolección de semillas. El personal de la BFD sugiere que se coloquen unos pocos colectores varios meses antes de la época de asentamiento y que se verifiquen a menudo para detectar la presencia de semillas o embriones de ostras, especialmente en relación con las lapas que se encuentran principalmente antes del asentamiento y que disminuyen gradualmente al aumentar las semillas. Cuando en los colectores de prueba se encuentra una cantidad adecuada de semillas, se puede colocar el resto de los colectores.

### MEJILLONES

Los mejillones constituyen una fuente proteínica popular y barata para los tailandeses, así como un alimento para aves de corral, camarones y peces. La historia de la miticultura en Tailandia no está documentada, pero en una época las familias de pescadores recogían los mejillones con trampas de estaca de bambú o en las rocas o piedras de los bancos naturales. Con el aumento de la población humana aumentó también la demanda de mejillones. Por consiguiente, se investigan varios métodos de cultivo, si bien las rocas, bloques y estacas se usan comúnmente como colectores de semilla. Las estacas de bambú o de palma datilera son usadas con frecuencia en las zonas fangosas intermareales de la costa tailandesa, especialmente en la provincia de Chachoengsao.

Las cuerdas de suspensión y el sedal largo, que tuvieron éxito en España (Anthepracha 1964), se probaron recientemente en Tailandia, utilizándose como colector el cordel de Manila (Choncheunchop et al. 1979). Después de 8 meses, se habían adherido aproximadamente 359 mejillones por metro de cuerda, mientras a las estacas de bambú se adhieren aproximadamente 900 piezas de 1,4 m, según Anant et al. (1980). Así, actualmente el método no es práctico en aguas tailandesas, pero se deben realizar nuevos experimentos con diferentes materiales. Tanto los cordeles como las

estacas tienen una seria desventaja : si bien la adherencia de semilla es alta durante el asentamiento, la cosecha es menos de la mitad de la semilla debido a la lucha por el espacio entre los embriones. Anant et al. (1980) informaron que el número de mejillones adherido a estacas de bambú de 1,4 m se redujo de 4000 a 500 después de 11 meses de crecimiento y en 1 metro de cuerda de Manila el número se redujo de 850 a 350 después de 8 meses. Estas cifras indican la necesidad de trasplantar a nuevos substratos al menos parte de los jóvenes mejillones apiñados.

En uno de los experimentos, se sacaron mejillones jóvenes de 1 a 2 cm de largo de las estacas de bambú y se colocaron en una red cilíndrica de 0,3 de diámetro por 1 m de longitud. La red fue estirada con anillos de hierro para que la malla permitiese el paso de agua y plancton pero no de mejillones. Después de 1 mes, todos los mejillones se adhirieron a la malla de la red. En dicho momento se sacó la cuerda que mantenía la red en una forma cilíndrica y se dejó la red suspendida en el agua. Este método redujo la rivalidad por espacio y debería examinarse más a fondo para poder confirmar los hallazgos desarrollar métodos que resulten de utilidad para los criaderos.

También se ha intentado el trasplante de reproductores a regiones donde hay existencias limitadas de estos. Habitualmente la época de asentamiento ocurre después de la estación de las lluvias, en julio-septiembre y octubre-marzo. Sin embargo, los periodos de desove varían de acuerdo con la localidad. Los estudios detallados del ciclo reproductivo de los mejillones realizados por Tanittha (1982) sobre especímenes recolectados en criaderos de mejillones en Samaekao, provincia de Chachoengsao, revelaron dos periodos de desove : uno en julio-septiembre y otro en noviembre-febrero. El desarrollo de la gónada del mejillón puede dividirse en cuatro etapas : indiferente, activa, madura, y de desove. Este ciclo de desarrollo requiere de 1 a 3 meses. La determinación del sexo del mejillón por el color del manto puede ser exacta si la gónada tiene un color anaranjado o blanco cremoso, pero es difícil de determinar si el color es amarillo oscuro o entre naranja pálido y blanco cremoso. Durante la investigación no se encontraron estados hermafroditas (Tanittha 1982).

La propagación en vivero no se practica en Tailandia, de modo que los criaderos dependen de la disponibilidad de semillas silvestres. Dos son los lugares considerados como terrenos para viveros : los viveros donde se utilizan colectores para fines de cultivo y los bancos naturales donde las semillas se adhieren a las rocas o piedras sumergidas. En julio de 1979 se introdujeron experimentalmente pequeñas semillas de mejillón

trasplantadas (2,4-4,1 cm de largo) a Ban Koa Mak Noi, provincia de Phang Nga. Después de 70 días, alcanzaron una longitud de concha de 7-8 cm. Este rápido aumento de tamaño despertó el interés de los aldeanos.

Se han formulado planes para introducir el cultivo de mejillones en sitios adecuados en 23 provincias marítimas. Actualmente, los principales centros para la producción de mejillones son algunas de las provincias marítimas en el golfo interior. Las provincias de Choburi, Chachoengsao y Samutprakarn de la costa oriental y de las provincias de Samutsakorn y Petchaburi de la costa occidental del golfo poseen bajíos fangosos adecuados para los criaderos de mejillones. Estas regiones lindan generalmente con los densos y bien desarrollados manglares. El fondo debe ser fangoso o fangoso-arenoso y no debe estar expuesto durante la marea baja. El tamaño del criadero depende de la capacidad y de los fines administrativos. Los criaderos varían de tamaño desde un tercio de hectárea hasta varios centenares de hectáreas.

### BERBERECHOS

El cultivo de berberechos en Tailandia tiene por lo menos 70 años de historia (Amatayakul 1957). Las familias pesqueras del distrito de Bangtabún en la provincia de Petchaburi, donde existen bancos naturales, comenzaron a practicar el cultivo sobre los bajíos intermareales. Desde entonces, el cultivo se ha difundido a lo largo de la costa occidental del golfo de Tailandia y de la costa del mar de Andamán. Actualmente, se dice que los berberechos de los criaderos son semicultivados porque las semillas se recolectan del asentamiento natural y luego se siembran en terrenos preparados. Los criaderos de las provincia marítimas a lo largo de la costa occidental del golfo interior dependen de las semillas recolectadas en las regiones adyacentes; sin embargo, los criaderos de la provincia de Satul, en la costa del mar de Andamán, dependen de las semillas importadas de Malasia.

Actualmente, la producción más alta es la de la provincia de Satul; sin embargo, los criaderos de las provincias de Petchaburi y Samutsongkarm también cultivan berberechos. El tamaño de los criaderos es generalmente de 1-5 ha para operaciones familiares y de 30-100 ha para operaciones comerciales.

El cultivo de berberechos en Tailandia podría expandirse si se utilizase más extensamente el método de siembra al voleo no solo en los bajíos fangosos intermareales naturales, sino también en las partes centrales altas de los estanques de camarón. Los primeros son comunes a lo largo del lito-

ral de los países tropicales, especialmente donde existen bosques de mangle. La extensión de los bajos fangosos intermareales depende de las condiciones geográficas y la sedimentación. Mientras más denso y espeso sea el bosque de manglares, más extensos serán los bajos fangosos intermareales (Anant et al. 1980). Los criadores colocan cercos de estacas de bambú de 50 cm de largo a las regiones ya dedicadas al cultivo de berberechos, para evitar el escape de estos de los bancos de cultivo. A veces se necesita una caseta de vigilancia para evitar pérdidas en las operaciones de arrastre y dragado cerca de la costa.

Los estanques de camarón tienen una parte central elevada, rodeada de un foso, que podría usarse para el cultivo de berberechos (Chomdej y Anant 1978). La parte elevada está cercada con estacas de bambú de 50 cm. La semillas de berberecho, de 2 a 3 cm, pueden sembrarse allí y cosecharse a los 5-6 meses junto con el camarón. Este método se ha practicado durante unos 5 años en el distrito de Klongkone, provincia de Samut-sakorn. La semilla utilizada es más grande que la usada en los bajos intermareales naturales (habitualmente de unas 300-400 piezas/L), pero los productos reciben un precio más alto debido a la mayor aceptación del consumidor.

El sustrato del fondo para el cultivo de berberechos debe ser un sedimento fangoso, es decir rico en materia orgánica y nutrientes, y el mantillo debe ser suave y pardo. El berberecho debe poder moverse libremente hasta una capa más profunda del fondo para escapar de sus enemigos y evitar tanto el desecamiento durante la marea baja como las condiciones ambientales insatisfactorias. No se debe dejar sobre los terrenos de cultivo un exceso de conchas vacías debido a que obstruyen el movimiento de los moluscos. Los criaderos de berberechos que se han utilizado durante largo tiempo tienen muchas conchas vacías que deben ser eliminadas. En el momento de la recolección, los criadores pueden recoger las conchas vacías y los berberechos de tamaño comercial. Amatayakul (1957) describió las condiciones adecuadas para el cultivo de berberechos: una capa de fango pardo suave de 15-30 cm de espesor, moderado movimiento de agua, agua de 2,0-2,5 m de profundidad durante la marea alta, y un fondo expuesto durante la marea baja.

### MANEJO

Para cada método de ostricultura, se emplean habitualmente dos o tres trabajadores que retiran el fouling, especialmente las lapas, de los colectores. Para el buen crecimiento de la ostra hay que limpiar de los colectores cierta sedimentación de pequeñas partículas y de algas verdiazules. Las

ostras de tamaño comercial se sacan por pieza durante la cosecha. Anualmente se cosecha un promedio de  $3,0 \times 10^3$  kg/rai (19 t/ha). Tailandia posee todavía una extensa región potencial de bajos intermareales adecuados para el cultivo de las ostras — se ha informado de 80.000 rai ( $1,3 \times 10^4$  ha).

En el método común de la estaca, los palos de bambú se incrustan hasta el fondo a una distancia de 0,5-1,0 unos de otros. En un criadero de 1 rai, se utilizan aproximadamente 1600 palos (10.000 palos/ha). Cuando se utilizan palos largos de bambú, hay que dejar espacio entre los criaderos para la navegación. Después del asentamiento, los criadores prestan poca atención al manejo y simplemente esperan la cosecha. Sin embargo, algunos criadores recolectan parte de los mejillones temprano (2-4 cm de largo) para alimentar las aves de corral. Un buceador con anteojos protectores o una máscara facial se zambulle hasta el fondo y corta los palos de bambú dejando 1 m de palo con mejillones adheridos hasta que alcancen el tamaño comercial. Un trabajador en el bote iza la porción superior con los mejillones jóvenes y los desprende con una especie de pala. La producción de mejillones varía de  $1,4 \times 10^3$  kg a  $6,0 \times 10^3$  kg/rai (8,6-37,7 t/ha) anualmente. La variación en la producción resulta de las diferencias que se producen en la profundidad, época de los monzones y amplitud de las olas, todo lo cual afecta el asentamiento sobre los palos. Sin embargo, la producción de mejillones en la provincia de Chumporn alcanzó en una época  $3,1 \times 10^4$  kg/rai (19 kg de mejillones/palo).

El método de siembra al voleo se practica solamente para el cultivo de berberechos y ya se ha mencionado el trazado de los criaderos. Sin embargo, las regiones donde hace mucho se han ubicado los criaderos de berberechos deben ser mejoradas puesto que algunas zonas han presentado problemas con el limo, la sedimentación creciente y la acumulación de ramas rotas y hojas de mangle. Además, después de que las coquinas muertas se pudren, las conchas vacías se acumulan en el fondo. Estas deben ser eliminadas. Los métodos tradicionales del cultivo de coquinas rinden anualmente  $5,0 \times 10^3$  kg y  $17,5 \times 10^3$  kg/rai (31 t/ha y 109 t/ha) en los criaderos en pequeña escala y en escala comercial, respectivamente.

### PROBLEMAS Y DIFICULTADES

Las naciones pesqueras como Tailandia prestan cada vez más atención a la acuicultura costera, ya que la pesca de captura se ha vuelto cada vez más difícil. Los precios de los combustibles derivados del petróleo han aumentado rápida-

mente, y todas las naciones costeras del mundo han declarado zonas económicas exclusivas, cobrando derechos para tener acceso a sus aguas y, en algunos casos, excluyendo completamente a algunas naciones de las mismas. El desarrollo del cultivo de moluscos es uno de los métodos que se utilizan para aumentar la producción costera de proteínas animales. La introducción de técnicas modernas ha mejorado y desarrollado diferentes métodos tradicionales para el cultivo económico de especies de moluscos. Sin embargo, el factor más importante es la ecología de la región. Varias zonas de cultivo están actualmente contaminadas por residuos industriales y nacionales, y las actividades mineras han producido en cierta medida aguas altamente turbias. Por consiguiente, además de la gestión de los criaderos, se requiere la ayuda gubernamental para mejorar las condiciones ambientales.

Las zonas intermareales son los únicos habitats adecuados para el cultivo de moluscos. Las aguas costeras constituyen asimismo la zona productiva donde existen nutrientes, fitozoopláncton, larvas, animales y especies costeras. Estas zonas — terrenos para viveros o cunas naturales de los animales acuáticos — están a menudo afectadas por las actividades humanas que también afectan al cultivo de moluscos.

Excepto para las ventas bajo condiciones moderadamente higiénicas en la Organización de Mercado Pesquero (FMO), no existen mercados de moluscos que manejen el producto con un alto grado de higiene. Los moluscos de los bancos de cultivo son cosechados en los criaderos y luego transportados sin hielo a los mercados locales. Solo se conservan mojados durante el transporte.

Los moluscos se venden frescos o cocidos. Los mejillones y los berberechos se venden comúnmente en la concha en los mercados locales. Los moluscos descarnados pueden ser hervidos y secados para su conservación. Las ostras, más que todo la *C. commercialis*, son habitualmente descarnadas y congeladas y luego se despachan a mayores distancias. Sin embargo, la *C. lugubris* se vende comúnmente en su concha para el consumo. El control sanitario es escaso ya que actualmente los moluscos no están muy afectados por los contaminantes industriales y domésticos. Pero la industrias pesadas ya han comenzado activi-

dades en algunas provincias y, por consiguiente, se necesitará la verificación de patógenos y de metales pesados.

### PLANES FUTUROS

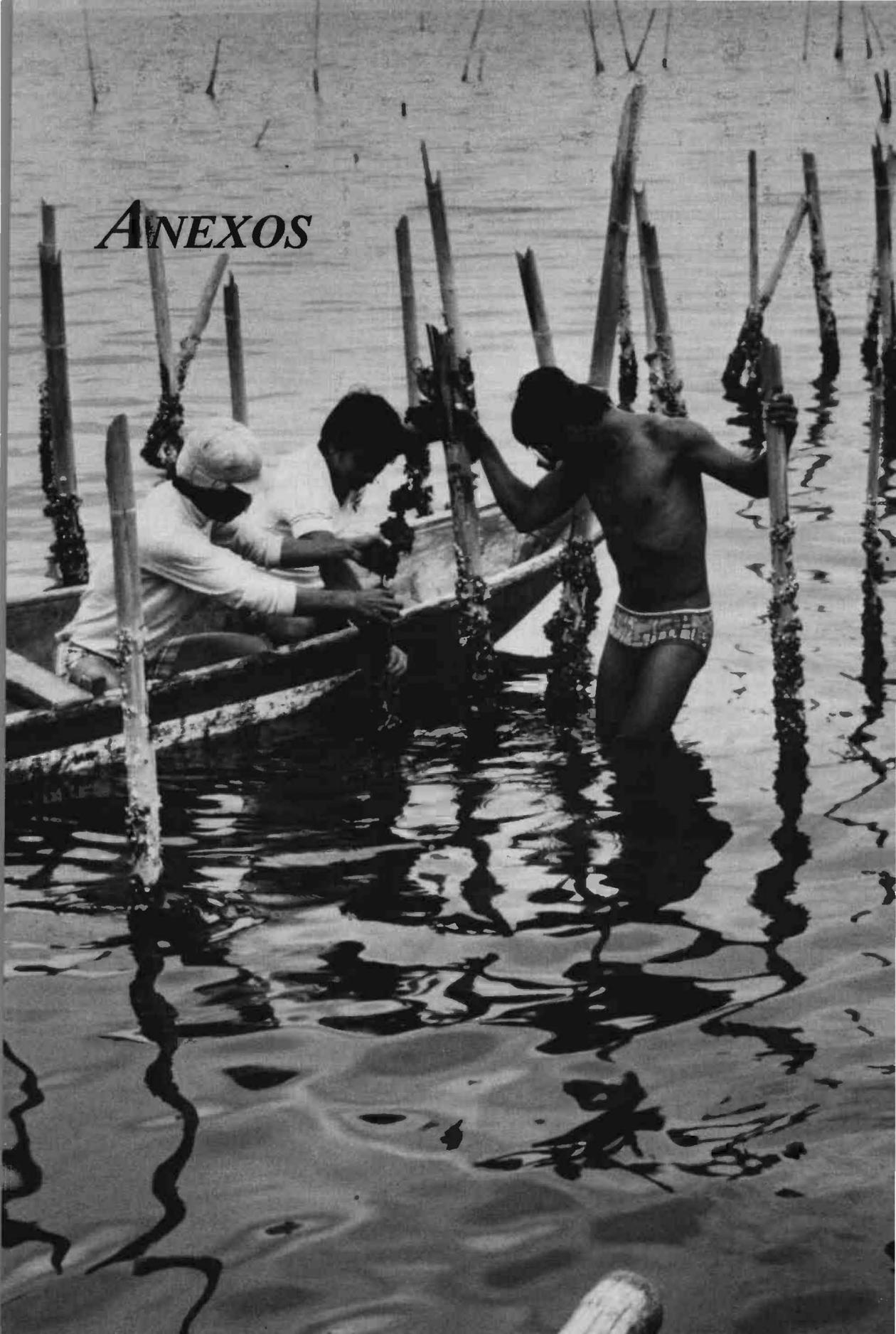
Los planes de desarrollo del cultivo de moluscos en Tailandia tienen por objeto crear mayores oportunidades de empleo y acrecentar la producción. Habrá que desarrollar muchas regiones potenciales para acuicultura costera con el objeto de mejorar las condiciones socioeconómicas de los pescadores. Para lograr estos objetivos, se ha establecido la BFD, dependiente del Ministerio de Agricultura y Cooperativas, con la misión de promover y extender el desarrollo costero del cultivo de moluscos.

La ostricultura es una de las fuentes proteínicas costeras baratas. Se ha informado que la producción anual de la *C. commercialis* se extiende de 16,7 t/ha a 21,5 t/ha. La inversión anual en la ostricultura con bloques de cemento es aproximadamente de 8000 baht/ha, lo que podría dar un ingreso neto de 59.000 baht a los criadores (Chomdej y Poocharoen 1979). Si bien los pescadores están interesados en el cultivo de las ostras, los suministros de los criaderos son todavía insuficientes para satisfacer la demanda del mercado.

Entre las operaciones de cultivo de bivalvos, el cultivo comercial de berberechos podría rendir los ingresos más altos. Pero solamente algunas regiones que están lejos de los desechos industriales y domésticos, tales como los bajíos intermareales del golfo exterior y de la costa de Andamán, son adecuadas para el desarrollo, y la falta de semillas de berberechos constituye un problema. Actualmente, los criadores, especialmente en Satul, deben importar semillas de Malasia.

Los mejillones se consumen localmente debido a su bajo precio en el mercado. Los criadores de mejillones pueden recolectar mejillones jóvenes como alimento para aves de corral y dejar que algunos crezcan hasta alcanzar el tamaño comercial para consumo humano. Debido a la lucha por el espacio entre los mejillones en los colectores, hay que buscar métodos que mantengan la densidad apropiada de mejillones durante todo el ciclo de crecimiento.

*ANEXOS*



## 1. PARTICIPANTES

---

**Syed Ali bin Monzil**, Aquaculture Unit, Primary Production Department, 300 Nicoll Drive, Changi Point, Singapore 1749.

**W.H.L. Allsopp**, Associate Director (Fisheries), International Development Research Centre, 5990 Iona Drive, University of British Columbia, Vancouver, Canada V6T 1L4.

**Anant Saraya**, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Rajadamern Road, Bangkok 2, Thailand.

**Retno Andamari**, Research Institute for Marine Fisheries, Jalan Kerapu 12, Jakarta, Indonesia.

**Boon Boonruang**, Phuket Fisheries Station, Phuket, Thailand.

**W.L. Chan**, Senior Small-Scale Fisheries Adviser, FAO/UNDP South China Sea Fisheries Development and Cooperative Programme, P.O. Box 1184 MCC, Makati, Metro Manila, Philippines.

**Leslie Cheong**, Aquaculture Unit, Primary Production Department, 300 Nicoll Drive, Changi Point, Singapore 1749.

**D. Coatanea**, Centre national pour l'exploitation des océans, Centre océanologique du Pacifique, B.P. 7004, Toravao, Tahiti.

**F. Brian Davy**, Senior Program Officer (Fisheries), Agriculture, Food and Nutrition Sciences, International Development Research Centre, Asia Regional Office, Tanglin P.O. Box 101, Singapore 9124.

**Michael Graham**, Regional Liaison Officer, Communications Division, International Development Research Centre, Asia Regional Office, Tanglin P.O. Box 101, Singapore 9124.

**Yap How Keong**, Sin Chew Mussels Farming and Company, Block 134, 12-97, Bedok North Street 2, Singapore 1646.

**Lee Hoe Beng**, Aquaculture Unit, Primary Production Department, 300 Nicoll Drive, Changi Point, Singapore 1749.

**Lim Lian Chuan**, Aquaculture Unit, Primary Production Department, 300 Nicoll Drive, Changi Point, Singapore 1749.

**J.M. Lock**, Department of Fisheries, P.O. Box 2417, Konedobu, Papua New Guinea.

**C.W. MacCormac**, Program Officer (Agricultural Economics), Agriculture, Food and Nutrition Sciences, International Development Research Centre, Asia Regional Office, Tanglin P.O. Box 101, Singapore 9124.

**Masud Ahmed**, Ministry of Fisheries and Livestock, Government of the People's Republic of Bangladesh, Dacca 2, Bangladesh.

**Edward McCoy**, Brackishwater Division, Fisheries Department, Kasetsart University Campus, Bangkok, Bangkok, Thailand.

**K.A. Narasimham**, Kakinada Research Centre, Central Marine Fisheries Research Institute, Kakinada 533002, Andhra Pradesh, India.

**J. Navakalomana**, Fisheries Division, Ministry of Agriculture and Fisheries, G.P.O. Box 358, Suva, Fiji.

**G. Newkirk**, Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 4J1.

**Ng Fong Oon**, Fisheries Research Institute, Gelugor, Pulau Pinang, Malaysia.

**Nie Zhong-Qing**, National Fish Administration, Yellow Sea Fisheries Research Institute, 19 Lai Yang Road, Qing Dao, China.

**Josephine Pang**, Inland Fisheries and Aquaculture Branch, Department of Agriculture, Kuching, Sarawak, East Malaysia.

**Qiu Li-Qiang**, South China Sea Fisheries Research Institute, Singanglu, Hai Zhu Qu, 2389 Canton, China.

**D.B. Quayle**, 3560 Planta Road, Nanaimo, British Columbia, Canada V9T 1L9.

**D.H. Sadacharan**, Ministry of Fisheries, P.O. Box 1707, Galle Face, Colombo 3, Sri Lanka.

**Evelyn Serna**, Department of Natural Resources, Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, 860 Quezon Avenue, Quezon City, Metro Manila 3008, Philippines.

**Soehardi P**, Directorate-General of Fisheries, Djalan Salemba Raya No. 16, Jakarta, Indonesia.

**Swe Thwin**, Department of Marine Biology, Moulmein Degree College, Moulmein, Burma.

**Tan Wee Hin**, Department of Zoology, National University of Singapore, Kent Ridge, Singapore 0511.

**Tang Twen Poh**, Department of Fisheries, Mail Bag No. 107, Kota Kinabalu, Sabah, East Malaysia.

**Tanittha Chongpeepien**, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Rajadamnern Road, Bangkok 2, Thailand.

**M. Unar**, Central Research Institute for Fisheries, Jalan K.S. Tubun, Jakarta, Indonesia.

**Adam Young**, Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC), 6<sup>th</sup> Floor, Triumph Building, 1610 Quezon Avenue, Quezon City, Philippines.

**Paciencia Young**, Fish Hatchery Project, Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC), P.O. Box 256, Iloilo City, Philippines.

## 2. TRABAJOS PRESENTADOS AL SEMINARIO

---

Estos trabajos fueron presentados para discusión. Las versiones editadas de algunos de ellos se incluyen en este libro. Cuando hubo más de un trabajo por país, los editores los combinaron para producir uno solo por país.

- Situación del Cultivo de Bivalvos en Tailandia* **Anant**  
*Pruebas de Depuración en alta Densidad con Mejillones Verdes Perna viridis (L) y Uso de Radiación Ultravioleta* **Cheong**  
*Cultivo de Bivalvos en Singapur* **Cheong**  
*Manual sobre Cultivo de Mejillones en Singapur* **Cheong**  
*Informe Preliminar sobre el Desove Inducido de Mejillones Verdes, Perna viridis (L) en Singapur* **Lim**  
*Cultivo de Bivalvos en Papua Nueva Guinea* **Lock**  
*Bivalvos y Pesquería de Bivalvos en Bangladesh* **Masud**
- Informe de Pruebas de Cultivo de Mejillones Verdes (Perna viridis) en la Bahía Laucala cerca de Suva* **Navakalomana**  
*Cultivo de Bivalvos en Canadá Oriental* **Newkirk**  
*Situación del Cultivo de Moluscos en Malasia* **Ng**  
*Cultivo Artificial de Bivalvos en China* **Nie**  
*Situación Actual de la Producción de Bivalvos en Sarawak, Malasia* **Pang**  
*Técnicas de Ostricultura en Guangdong* **Qiu**  
*Explotación de Bivalvos* **Sadacharan**  
*Bivalvos en Filipinas : Ostras y Mejillones* **Serna**  
*Situación Actual del Cultivo de Bivalvos Marinos en India* **Silas**  
*Tolerancia e Ingestión de Plomo en los Mejillones Verdes (Perna viridis (L))* **Tan**  
*Situación del Cultivo de Crustáceos en Sabah* **Tang**  
*Ciclo Reproductivo del Mejillón (Mytilus smaragdinus) en Samaekao, Provincia de Chachoengsao* **Tanitha**  
*Situación Actual del Cultivo de Bivalvos en Indonesia* **Unar**  
*Pesca de Crustáceos en Filipinas* **Young**

### 3. BIBLIOGRAFÍA

- Ablan, G. 1949. The commercial production of oysters in the Philippines. Manila, Philippines, Department of Agriculture and Natural Resources, Popular Bulletin 26. 29 p.
- Ablan, G.J. 1938. The diwal fishery of Occidental Negros. Philippine Journal of Science, 66(3), 379-385.
- Ablan, G.L. 1953. Lattice method of oyster culture. Philippine Journal of Fisheries, 2, 189.
- Abraham, K.C. 1953. Observations on the biology of *Meretrix casta* (Chemnitz). Journal of the Zoological Society of India, 5, 163-190.
- Achari, G.P.K. 1980. System design for mussel culture. Paper prepared for the Workshop on Mussel Farming, Central Marine Fisheries Research Institute, Madras, India, 25-27 September 1980, (mimeo).
- Achari, G.P.K., y Thangavelu, R. 1980. Mussel culture — its problems and prospects. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 170.
- Ahmed, M. 1971. Oyster species of West Pakistan. Pakistan Journal of Zoology, 3(2), 229-236.
- Alagarwami, K. 1974a. Development of cultured pearls in India. Current Science (Bangalore), 43(7), 205-207.
- 1974b. Results of multiple implantation of nuclei in production of cultured pearls. Indian Journal of Fisheries, 21(2), 601-604.
1975. Preliminary study on growth of cultured pearls. Indian Journal of Fisheries, 22, 300-303.
1977. Larval transport and settling of pearl oysters (genus *Pinctada*) in the Gulf of Mannar. In National Institute of Oceanography, Proceedings of the Symposium on Warm Water Zooplankton, National Institute of Oceanography, Special Publication, 678-686.
1980. Review on production of mussel seed. In Silas, E.G., ed., Coastal Aquaculture: Mussel Farming, Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 22-26.
- Alagarwami, K., Dharmaraj, S., Velayudman, T.S., Cheliam, A., y Victor, A.C.C. 1980a. On controlled spawning in the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 64.
- 1980b. Larval development of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 181.
- Alagarwami, K., Kuriakse, P.S., Appukuttan, K.K., y Rangarajan, K. 1980. Present status of exploitation of mussel resources in India. Paper prepared for the Workshop on Mussel Farming, Madras, India, 25-27 September 1980, (mimeo).
- Alagarwami, K., y Narasinh, K.A. 1973. Clam, cockle and oyster resources of the Indian coasts. In CMFRI, Proceedings of the Symposium on Living Resources in the Seas around India. Cochin, India, CMFRI, Special Publication, 648-658.
- Alagarwami, K., y Qasim, S.Z. 1973. Pearl culture — its potential and implications in India. Indian Journal of Fisheries, 20, 533-550.
- Amatayakul, C. 1957. Mussel. Thai Fisheries Gazette, 10(4), 547-557.
- Anant Saraya. 1982. Status of bivalve culture in Thailand. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982. 36 p.
- Anant Saraya et al. 1980. Physico-chemical properties of mussel farm at Samaekkae, Chacoengsao province. Bangkok, Department of Fisheries, Brackish-water Fisheries Division, Coastal Aquaculture Investigation Section, Technical Report 15. 32 p.
- Anon. 1946. Pointers on oyster cultivation. Manila, Philippines, Department of Agriculture and Commerce, Food Production Series Leaflet 3. 7 p.
1971. Survey sea-food di Djakarta. Jakarta, Indonesia, Marine Fisheries Research Institute.
1976. Natural-resources based investment project profile : Tahong. Quezon City, Philippines, Department of Natural Resources, Industry Profile Series. 33 p.
- Ansari, A.A., Parulekar, A.H., y Matondkar, S.G.P. 1981. Seasonal changes in meat weight and biochemical composition in the black clam, *Villorita cyprinoides* (Grey). Indian Journal of Marine Science, 10(2), 128-131.
- Appukuttan, K.K. 1980a. Predation on mussels by silver bream, *Rhabdosargus sarba*. In Silas, E.G., et al., ed., Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 44-45.
- 1980b. Brown mussel production and economics at Vizhinjam. Paper prepared for the Workshop on Mussel Farming, Central Marine Fisheries Research Institute, Madras, India, 25-27 September 1980 (mimeo).
- Appukuttan, K.K., Nair, T.P., Joseph, M., y Thomas, K.T. 1980. Culture of brown mussel at Vizhinjam. In Silas, E.G., et al., ed., Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 30-32.
- AQUACOP. 1977. Élevage larvaire et production de naissain de *Crassostrea gigas* en milieu tropical. Actes de colloques du CNEXO, 4, 331-346.
1979. Larval rearing and spat production of green mussel *Perna viridis* Linnaeus in French Polynesia. Proceedings of the World Mariculture Society, 10, 641-647.
1980. Mass production of green mussel spat *Perna viridis* in French Polynesia. Paper prepared for the

- Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India.
- Arakawa, K.Y. 1980. Prevention and removal of fouling on cultured oysters: a handbook for growers. Walpole, Maine, Marine Sea Grant Publications, Marine Sea Grant Technical Report 56. 38 p.
- Awati, P.R., y Rao, H.S. 1931. *Ostrea cucullata* (the Bombay oyster) Indian Zoological Memoirs 3, 1-107.
- Ayres, A.A. 1978. Shellfish purification in installations using ultra-violet light. Lowestoft, UK, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research, Fisheries Research Centre Laboratory Leaflet 43. 20 p.
- Badonia, M.A. 1980. Canning of edible oysters. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 290.
- Bae, G.M. 1971. Studies on the hardening of seed production for export. Pusan, Bulletin of the Fisheries Research Development Agency, 8, 55-56.
- Baird, R.H. 1958. Measurement of condition in mussels and oysters. Journal du Conseil international pour l'exploration de la mer, 23(2), 249-257.
- Balachandran, K.K., y Nair, T.S.U. 1975. Diversification in canned fishery products — canning of clams and mussels in oil. Paper prepared for the Symposium on Fish Processing Industry in India, Mysore, India. Mysore, India, Central Food Technology Research Institute.
- Balachandran, K.K., y Prabhu, P.V. 1980a. Technology of processing mussel meat. Paper prepared for the Workshop on Mussel Farming, Central Marine Fisheries Research Institute, Madras, India, 25-27 September 1980 (mimeo).
- 1980b. Preliminary studies on preservation and transportation of green mussel *Perna viridis*. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 293.
- Banchong Teinsongrasamee. 1974. Marine farm management. 1st ed. Bangkok, Thailand, Secretary of the Cabinet Printing Office.
- Bardach, J.E., Ryther, J.H., y McLaren, Q.O. 1972. Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. New York, USA, Wiley Interscience. 868 p.
- Basa, S.S., Mamaril, D.A., Fadriguera, J.F., Zazarte, N.A., y Busque, C.M. Handbook on oyster farming, Quezon City, Philippines, BFAR. 54 p.
- Bayne, B.L. 1976. Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge, England, Cambridge University Press. 506 p.
- Beckvar, N. 1981. Cultivation, spawning, and growth of the giant clams *Tridacna gigas*, *T. derasa*, and *T. squamosa* in Palau, Caroline Islands. Aquaculture, 24, 21-30.
- BFAR (Bureau of Fisheries and Aquatic Resources). 1979. National workshop on seafarming and special aquaculture project: volume 1, general report. Quezon City, Philippines, BFAR. 37 p.
- Blanco, G.J. 1956. Stake method of oyster farming in the Dagat-dagatan lagoon, Rizal Province. Philippine Journal of Fisheries, 4(1), 21-32.
1958. Kapis farming at the tidals flats of Bacoor Bay, Luzon. Philippine Journal of Fisheries, 6(1), 9-15.
- Blanco, G.J., Villaluz, D.K., y Montalban, H.E. 1951. Cultivation and biology of oysters at Bacoor Bay, Luzon. Philippine Journal of Fisheries, 1(1), 45-67.
- Breisch, L.L., y Kennedy, V.S. 1980. Selected bibliography of worldwide oyster literature. Solomons, Maryland, Sea Grant Publication UM-SG-TS-80-11.
- Broom, M.J. 1976. Synopsis of biological data on scallops. Rome, Italy, FAO, Fisheries Synopsis 114. 44 p.
- Brusca, G., y Ardill, D. 1974. Growth and survival of the oysters, *C. gigas*, *C. virginica* and *O. edulis* in Mauritius. Revue agricole et sucrière de l'île Maurice, 53, 111-131.
- Bryan, G.W. 1976. Heavy metal contamination in the sea. In Johnston, R., ed., Marine Pollution. London, England, Academic Press, 185-302.
- Cahn, A.R. 1949. Pearl culture in Japan. Washington, D.C., USA, Fish and Wildlife Service, Fishery Leaflet 357. 91 p.
1950. Oyster culture in Japan. Washington, D.C., USA, Fish and Wildlife Service, Fishery Leaflet 383. 80 p.
1951. Clam culture in Japan. Washington, D.C., USA, Fish and Wildlife Service, Fishery Leaflet 399. 103 p.
- Careon, J.A. 1968. The malacology of Philippine oysters of the genus *Crassostrea* and a review of their shell characters. Proceedings of the National Shellfish Association, 59, 104-111.
- Castagna, M., y Kraeuter, J.N. 1981. Manual for growing the hard clam *Mercenaria*. Gloucester Point, Virginia, USA, Virginia Institute of Marine Science, Special Report in Applied Marine Science and Ocean Engineering 249.
- Chen, T.P. 1976. Aquaculture Practices in Taiwan. Norwich, England, Page Brothers, Ltd. 162 p.
- Cheong, L., y Chen, F.Y. 1980. Preliminary studies on raft method of culturing green mussels, *Perna viridis* (L.), in Singapore. Singapore Journal of Primary Industries 8(2), 119-133.
- Cheong, L., y Lee, H.B. 1981. Improvements to rope design for the raft culture of green mussels, *Perna viridis* (L.) in Singapore. Singapore Journal of Primary Industries, 9(1), 38-53.
- Cheong, L., y Syed Ali Bin Syed Monzil. 1982. High-density depuration trials on green mussels *Perna viridis* (L.) using ultraviolet radiation. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore 16-19 February 1982. 18 p.
- Chin, P.K., y Lim, A.L. 1975. Some aspects of oyster culture in Sabah. Kuala Lumpur, Malaysia, Ministry of Agriculture and Rural Development, Fisheries Bulletin 5. 14 p.
1976. Notes on the efficiency of various materials tested as oyster spat collectors in Cowie Bay, Sabah. Malaysian Agricultural Journal. 50(4), 462-479.
- 1977-78. Oyster culture development in Sabah. Sabah Society Journal, 6(3), 108-115.
- Chinnamma, G. 1974. Technological aspects of preservation and processing of edible shellfishes: 5. Cold storage changes in mussels (*Mytilus edulis*) and clams (*Villorita* sp.). Fishery Technology, 11(1), 22-27.
- Chinnamma, P.L., Chaudhuri, D.R., y Pillai, V.K.

1970. Technological aspects of processing of edible mussels, clams and crabs: 1. Spoilage during ice storage. *Fishery Technology*, 7(2), 137-142.
- Chomdej, W., y Anant Saraya. 1978. Preliminary observation on rearing of cockles (*Andara granosa*) (Linnaeus) on elevated area of shrimp ponds. Bangkok, Thailand, Department of Fisheries, Brackishwater Fisheries Division, Coastal Aquaculture Investigation Section, Technical Report 5. 12 p.
- Chomdej, W., y Poocharoen, W. 1979. Coastal aquaculture in Thailand. Bangkok, Thailand, Department of Fisheries, Brackishwater Fisheries Division, Coastal Aquaculture Investigation Section, Technical Report 10. 33 p.
- Choncheunchoy, P. 1979. Green mussel culture by hanging method. *Thai Fisheries Gazette*, 32(3), 3129-3229.
- Choo, P.S. 1979. Culture of the mussel, *Mytilus viridis* Linnaeus, in the Straits of Johore, Malaysia. *Malaysian Agricultural Journal*, 52(1), 67-76.
- Choo, P.S., y Speiser, G. 1979. Estimation of the growth parameters and mortality of *Mytilus viridis* Linnaeus (Mollusca, Mytilidae) cultured in a suspended plastic cage in Jelutong, Penang. *Malaysian Agricultural Journal*, 52(1), 9-16.
- Clark, J.E., y Langmo, R.D. 1979. Oyster seed hatcheries on the U.S. west coast: an overview. *Marine Fisheries Review*, 41, 10-16
- CMFRI (Central Marine Fisheries Research Institute). 1977. Pearl culture training. Cochin, India, CMFRI, Special Publication 1. 39 p.
1978. Mariculture research and development activities. Cochin, India, CMFRI, Special Publication 2. 48 p.
1979. Proceedings of the first workshop on technology transfer. Cochin, India, CMFRI, Special Publication 6. 96 p.
- Coatanea, D. 1982. Present status of bivalve culture in French Polynesia. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982. 5 p.
- Coucaud, L. 1969. Oyster culture on the Isle of Mauritius. *Revue agricole et sucrière de l'île Maurice*, 48(3), 216-217.
- Cox, K.W. 1973. Seychelles, oyster development. A report prepared for the United Nations Development Programme/Department of Agriculture, Seychelles project. Rome, Italy, FAO, FAO/Seychelles project, FAO-F 1-DP/Sey.-72/oo3/1. 9 p.
- Curtin, L. 1971. Oyster farming in New Zealand. Wellington, New Zealand Marine Department, Fisheries Technical Report 72. 99 p.
- Dare, P.J. 1980. Mussel cultivation in England and Wales. Lowestoft, England, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research, Fisheries Research Centre, Laboratory Leaflet 50. 18 p.
- Davies, G. 1974. A method of monitoring the spatfall of mussels (*Mytilus edulis* L.). *Journal du Conseil international pour l'exploration de la Mer*, 36(1), 27-34.
- Devlin, I.H. 1973. Operation report: oyster depuration plant — Ladysmith, B.C. Ottawa, Canada, Environment Canada, Fisheries and Marine Service, Industrial Development Branch, Project Report 57. 108 p.
- Devlin, I.H., Eng. P., y Neufeld, N. 1971. Oyster depuration plant, Ladysmith, B.C. Vancouver, Canada, Department of the Environment, Inspection Branch, Fisheries Service, Project Report 43.
- Dhulkhed, M.H., y Ramamurthy, S. 1980. Experiments on oyster culture at Mulky, Dakshina Kannada (Karnataka). Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 177.
- Dinamani, P. 1977. Oyster experiments in Tongo. *Catch* 77, 4(9), 20.
- Direktorat Jendral Perikanan. 1981. Fisheries statistics of Indonesia 1979. Jakarta, Indonesia, Directorate General Fisheries (DGF).
- Dover, C. 1929. Oyster culture in Malaya. *Nature*, 124, 264-265.
- Dupuy, J.L. 1977. Manual for design and operation of an oyster seed hatchery for the American oyster *Crassostrea virginica*. Gloucester Point, Virginia, USA, Virginia Institute of Marine Science, Special Report 142. 104 p.
- Durve, V.S. 1965. On the seasonal gonad changes and spawning in the adult oyster *Crassostrea gryphoides* (Schlothéim). *Journal of the Marine Biology Association of India*, 7(2), 328-344.
- Easterson, D.C.V., y Mahadevan, S. 1980. Review of open sea environmental conditions along Indian coast. In Silas, E.G., et al. ed., *Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects*. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 21, 17-21.
- Easwaran, C.R., Narayanan K.R., y Michael, M.S. 1969. Pearl fisheries of the Gulf of Kutch. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 66(2), 338-344.
- Escritor, G.L., y Padua, P.B. 1961. Culture of *Mytilus smaragdinus edulis*, a bay mussel at Bacoar Bay, Cavite. *Philippine Fisheries Gazette*, 2, 3
- Fatuchri, M., Wardana, I., y Wardana, W. 1975. Study of *Crassostrea cucullata* born in Banten Bay, in relation with its possibility for culture. Jakarta, Indonesia, Marine Fisheries Research Institute, Research Report 2, 76-101.
- Fernando, D.H. 1977. Lamellibranchiate fauna of the estuarine and coastal areas in Sri Lanka. *Sri Lanka (Ceylon) Bulletin of the Fisheries Research Station*, 27, 29-54.
- Fleet, G.H. 1978a. Oyster depuration — a review. *Food Technology in Australia*, 30(11), 444-454.
- 1978b. Protecting public from micro-biological pollution of oysters. *Australian Fisheries*, 37(12), 18-21.
- Furfari, S.A. 1976. Shellfish purification. A review of current technology. Paper prepared for the FAO Technical Conference on Aquaculture. Rome, Italy, FAO, FAO/AQ/CONF./76/R.11. 16 p.
- Furukawa, A., y Hisaoka, M. 1975. Biological study on shallow water production: 3. On the basket culture of the clam *Venerupis japonica*. *Naikai-Ku Suisan Kenkyujo Kenkyu Hokoku*, 10, 1-19 (en Japonés).
- Glude, J.B. 1955. Tidal spat trap, a new method for collecting seed clams. *Proceedings of the National Shellfish Association*, 55, 45, 106-115.
1979. Oyster culture — a world review. In FAO, *Advances in Aquaculture; Papers Presented at the FAO Technical Conference on Aquaculture*, Kyoto,

- Japan, 26 May-2 June 1976. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd.
- Glude, J.B., Steinberg, M.A., y Stevens, R.C. 1981. Feasibility of oyster and mussel farming by municipal fishermen. Manila, Philippines, South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Working Paper, June.
- Goldberg, E.D., Bowen, V.T., Farrington, J.W., Harvey, G., Martin, J.H., Parker, P.L., Risenbrough, R.W., Robertson, W., Schneider, E., y Gamble, E. 1978. Mussel watch. Environmental Conservation, 5, 101-125.
- Gough, D.K. 1976. Preservative treated bamboo poles for use as oyster floats. Interim report. Suva, Fiji, Ministry of Agriculture, Fisheries and Forests, Division of Forests.
- Gwyther, J., y Munro, J.L. 1981. Spawning induction and rearing of larvae of tridacnid clams (Bivalvia: Tridacnidae). Aquaculture, 24, 197-217.
- Hallier, J.P. 1977. Oyster breeding in the New Hebrides. South Pacific Commission Fisheries Newsletter, 15, 49-53.
- Hancock, D.A. 1969. Oyster pests and their control. Lowestoft, England, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research, Fisheries Research Centre, Laboratory Leaflet 18. 29 p.
- Harrisson, T. 1970. Malays of south-west Sarawak before Malaysia. London, England, MacMillan and Co. Ltd. 670 p.
- Henry, G.M. 1913. Window-pane oyster investigations, January and May, 1913. Spolia Zeylan (Colombo), 9, 134-440.
- Hershberger, W.K. 1978. Oyster breeding: where can it go. Proceedings of the National Shellfish Association, 68. 90 p.
- Heslinga, G.A., y Hillman, A. 1981. Hatchery culture of the commercial top snail *Trochus niloticus* in Palau, Caroline Islands. Aquaculture, 22, 35-43.
- Hidu, H., Conary, C., y Chapman, S.R. 1981. Suspended culture of oysters: biological fouling control. Aquaculture, 22 (1-2), 189-192.
- Hughes-Games, W.L. 1977. Growing the Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) in subtropical seawater fish ponds. Aquaculture, 11(3), 217-229.
- Hynes, T.F. s.f. Observation and review of culturing methods of green mussel (*Perna viridis*) in the Province of Zambales. Masinloc, Zambales, Philippines, BFAR.
- IDRC (International Development Research Centre). Oyster farming in the tropics. Ottawa, Canada, Communications Division, IDRC, 16-mm colour film, 29 minutes.
- Ignacio, M.F. 1980. Capiz shells: gathered from the bottom of the sea. Countryside Banking, 6(3), 6-10.
- Imai, T., ed. 1978. Aquaculture in shallow seas: progress in shallow sea culture. Rotterdam, Netherlands, A.A. Balkema. 615 p.
- Ino, T. 1970. Controlled breeding of molluscs. Paper prepared for the Indo-Pacific Fisheries Council Symposium on Coastal Aquaculture, Bangkok, Thailand, 18-25 November 1970. Bangkok, Thailand, Indo-Pacific Fisheries Council, IPFC/C70/SYM 35.
- Iversen, E.S. 1968. Farming the edge of the sea. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd. 301 p.
- Jenkins, R.J. 1979. Mussel cultivation in the Marlborough sounds (New Zealand). Wellington, New Zealand Fishing Industry Board. 75 p.
- Jones, S., y Alagarswami, K. 1973. Mussel fishery resources of India. In CMFRI, Proceedings of the Symposium on Living Resources in the Seas around India. Cochin, India, CMFRI. Special Publication, 641-647.
- Joseph, M.M., y Joseph, S. 1980. Some aspects of experimental culture of the oyster *Crassostrea madrasensis* (Preston). Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 174.
- Joseph, M.M., y Madhystha, M.N. 1980. Growth of the oyster *Crassostrea madrasensis* (Preston) at Mulki estuary, Dakshina Kannada. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 175.
- Joyce, E.A. Jr. 1972. Partial bibliography of oysters, with annotations by Edwin A. Joyce Jr. St. Petersburg, Florida, USA, Department of Natural Resources, St. Petersburg Marine Research Laboratory. 846 p.
- Kamara, A.B., y McNeill, K.B. 1976. Preliminary oyster culture experiments in Sierra Leone. Freetown, Sierra Leone, Ministry of Agriculture and Natural Resources, Fisheries Division, Occasional Paper 1. 50 p.
- Kamara, A.B., McNeill K.B., y Quayle, D.B. 1979. Tropical mangrove oyster culture: problems and prospects. In FAO, Advances in Aquaculture; Papers Presented at the FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 26 May-2 June 1976. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd, 344-348.
- Korringa, P. 1976a. Farming the cupped oyster of the genus *Crassostrea*: a multidisciplinary treatise. Amsterdam, Netherlands, Elsevier Scientific Publishing Company. 224 p.
1976. Farming marine organisms low in the food chain. Amsterdam, Netherlands, Elsevier Scientific Publishing Company. 264 p.
1979. Economic aspects of mussel farming. In FAO, Advances in Aquaculture; Papers Presented at the FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 26 May-2 June 1976. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd, 371-379.
- Krippine, D. 1977. Observations and notes on the culturing and settling characteristics of the green mussel *Mytilus smaragdinus* in the province of Capiz. Philippine Journal of Fisheries, 15(1), 12-40.
- Kuriakose, P.S. 1980a. Mussels (Mytilidae: genus *Perna*) of the Indian coast. In Silas, E.G., et al., ed., Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 1-5.
- 1980b. Open sea raft culture of green mussel at Calicut. In CMFRI, Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 33-38.
- 1980c. Development of the brown mussel *Perna indica*. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 169.

- Kuriakose, P.S., y Appukuttan, K.K. 1980. Work details for rope culture of mussels. In CMFRI, Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 47-51.
- Kutty, C.T.A., Nair, S.R.S., y Pratap, M.M. 1979. Pearls of the windowpane oyster, *Placenta placenta*. Mahasagar, Bulletin of the National Institute of Oceanography, 12(3), 187-189.
- Lamy, E. 1938. Huîtres de l'Indochine. J. Conchology (England), Ser. 2, 8(5), 396-400.
- Librero, A.R., Callo, R.A., Dizon, S.P., y Pamulak-lakin, E.R. 1976. Socio-economic survey of the aquaculture industry of the Philippines: oyster sea-farming, a socio-economic study. Singapore, Southeast Asian Fisheries Development Center, SEAFDEC-PCARR Research Paper Series 6. 101 p.
- Lim, L.C., Lee, H.B., y Heng, H.H. 1982. Preliminary report on the induced breeding of the green mussel, *Perna viridis* (L.) in Singapore. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982. 12 p.
- Lin, Y.-S., y Tang, H.C. 1980. Biological studies on cultured oysters in Penghu. Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica (Taipei), 19(2), 15-22 (Inglés, resumen en Chino) (English, summary in Chinese).
- Ling, S.-W. 1977. Aquaculture in Southeast Asia. Seattle, Washington, USA, University of Washington Press. 108 p.
- Ling, Y.S. 1970. Preliminary studies on the collection of oyster spat in Johore Straits. Journal of the Singapore National Academy of Science, 2(1) 14-18.
- Loosanoff, V.L., y Davis, H.C. 1963. Rearing of bivalve mollusks. In Advances in Marine Biology, volume 1. London, England, Academic Press, 1-136.
- Lutz, R.A. 1980. Mussel culture and harvest: a North American perspective. Amsterdam, Netherlands, Elsevier Scientific Publishing Company. 350 p.
- Magoon, C. 1979. Introduction to shellfish aquaculture in the Puget Sound region. Olympia, Washington, USA, State of Washington Department of Natural Resources. 68 p.
- Magsuci, H., Conlu, A., y Moyano-Aypa, S. 1980. Windowpane oyster fishery of West Visayas. Fisheries Research Journal of the Philippines, 5(2), 74-80.
- Mahadevan, S., y Nayar, K.N. 1973. Pearl oyster resources of India. In CMFRI, Proceeding of the Symposium on Living Resources in the Seas around India. Cochin, India, CMFRI, Special Publication, 659-671.
- Mahadevan, S., Nayar, K.N., y Muthiah, P. 1980. Oyster farming. Cochin, India, CMFRI, Marine Fisheries Information Service, T and E Series, 26, 1-3.
- Mangum, D., y McIlhenny, W. 1975. Aquatic applications of ozone. Cleveland, Ohio, USA, International Ozone Institute, 138-153.
- Mann, R. 1979. Exotic species in mariculture. Cambridge, Massachusetts, USA, MIT Press.
- ed. 1979. Proceedings of the symposium on exotic species in mariculture: case histories of the Japanese oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), with implications for other fisheries. Woods Hole, Massachusetts, 18-20 September 1978. Cambridge, Massachusetts, USA, MIT Press. 363 p.
- Menon, N.R., Katti, R.J., y Shetty, H.P.C. 1977. Biology of marine fouling in Mangalore waters. Marine Biology, 41(2), 127-140.
- Menzel, R.W., Cake, E.W., Haines, M.L., Martin, R.E., y Olen, L.A. 1976. Clam mariculture in north-west Florida: field study on predation. Proceedings of the National Shellfish Association, 65, 59-62.
- Millaud, S. 1971. Étude sur une huître comestible de la Polynésie Française. Service de la pêche, Polynésie Française, Rapport 2/02/Pêche. 19 p.
- Millous, O. 1980. Essais de production contrôlée de naissain d'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire. Rapport convention CNEXO/CIP SOCREDO, Territoire de Polynésie Française. 32 p.
- Milne, P.H. 1972. Fish and shellfish farming in coastal waters. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd. 208 p.
- Ministry of Agriculture, Malaysia. 1972-79, 1980. Marine fisheries annual reports. Sarawak, Malaysia, Marine Fisheries Department.
- Mizuno y Coeroli, M. 1980. Document technique nares. Service de la pêche, Polynésie Française. 47 p.
- Mottet, M.G. 1979. Review of the fishery biology and culture of scallops. Olympia, Washington, USA, Department of Fisheries, Technical Report 39. 100 p.
1980. Research problems concerning the culture of clam spat and seed. Olympia, Washington, USA, Department of Fisheries, Technical Report 63. 106 p.
- Munro, J.L., y Gwyther, J. 1981. Growth rates and maricultural potential of tridacnid clams. Paper prepared for the Fourth International Coral Reef Symposium, Manila, Philippines, May 1981. 21 p.
- Muraleedharan, V., Nair, T.S.U., y Joseph, K.G. 1979. Smoke curing of mussels. Fishery Technology, 16, 29-31.
- Murthy, V.S., Narasimham, K.A., y Venugopalam, W. 1979. Survey of windowpane oyster (*Placenta placenta*) resources in the Kakinada Bay. Indian Journal of Fisheries, 26(1-2), 125-132.
- Nagabhushanan, R., y Mane, U.H. 1975. Reproduction in the mussel, *Mytilus viridis* at Ratnagiri. In University of Cochin, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> All India Symposium on Estuarine Biology, University of Cochin, Cochin, India, 4-6 February 1975. Bulletin of the Department of Marine Sciences, University of Cochin, 7(2), 377-387.
- Narasimham, K.A. 1973. On the molluscan fisheries of the Kakinada Bay. Indian Journal of Fisheries, 20, 209-214.
1980. Culture of blood clam at Kakinada. Cochin, India, CMFRI, Marine Fisheries Information Service, T and E Series, 23, 7-9.
- Navakalomana, J. 1982. Report of trials on culturing green mussels (*Perna viridis*) in Laucala Bay near Suva. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982. 17 p.
- Nayar, K.N., y Easterson, D.C.V. 1980. On the design of a small scale hatchery system for production of oyster seed. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 96.
- Nayar, K.N., Mahadevan, S., Alagarwami, K., y Mee-nakshisundavam, P.T. 1980. Mussel farming: progress and prospects. Cochin, India, CMFRI. 56 p.
- Nayar, K.N., Rajapandian, M.E., y Easterson, D.C.V. 1980. Plan for the purification system for farm grown oysters before marketing. Paper prepared for the

- Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 291.
- Neilson, B.J. 1978. Engineering considerations in the design of oyster depuration plants. Proceedings of the National Shellfish Association, 68, 84 p.
- Ng, F.O. 1979. Experimental culture of a flat oyster (*Ostrea folium* L.) in Malaysian waters. Malaysian Agricultural Journal, 52(2), 103-113.
1980. Occurrence of a flat oyster *Ostrea folium* Linnaeus in Malaysian waters. Malaysian Agricultural Journal, 52(3), 308-314.
- Nikolic, M., Bosch, A., y Alfonso, S. 1976. System for farming the mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828). Aquaculture, 9, 1-18.
- Obusan, R.A., y Urbano, E.E. 1968. Tahong — food for the millions. Australia, 14-25 October 1968. Paper prepared for the Indo-Pacific Fisheries Council, 13<sup>th</sup> meeting, 14-25 October, Bangkok, Thailand, Indo-Pacific Fisheries Council.
- Okada, H. 1963. Report on oyster culture experiment in Malaysia. Kuala Lumpur, Malaysia, Ministry of Agriculture and Land, Fisheries Division.
- Ong, K.S. 1981. Aquaculture development in Malaysia in the eighties. Kertas Perkembangan Perikanan, PL/36/81(3), Bilangan 74.
- Ordoña, A.G., y Libroero, A.R. 1976. A socio-economic survey of mussel farms in Bacoor Bay. Singapore, Southeast Asia Fisheries Development Center, SEAFDEC-PCARR research program, Research Paper Series 2. 41 p.
- Pagcatipunan, R.N. 1973. Pearl culture in the Philippines. Science Review, 14(5), 1-8.
1974. Bay mussel fisheries. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Fisheries Newsletter, April-June.
- Pang, J. 1982. Present status of bivalve production in Sarawak, Malaysia. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982. 13 p.
- Parulekar, A.H., Dwivedi, S.N., y Dhargalkar, V.K. 1973. Ecology of clam beds in Mandovi, Cumbajua canal and Zuari estuarine system of Goa. Indian Journal of Marine Sciences, 2, 122-126.
- Parulekar, A.H., Nair, A., Ansari, Z.A., y Harkantra, S.N. 1980. Culture of shellfish in Goa. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 165.
- Pathansali, D. 1961. Notes on the biology of the cockle, *Anadara granosa* L. Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council, 11(2), 84-98.
1963. Larva of the cockle, *Anadara granosa* L. Bulletin of the Singapore National Museum, 32, 163-164.
1977. Culture of cockles and other molluscs in coastal waters of Malaysia. In ASEAN (Association of South East Asian Nations), First ASEAN Meeting of Experts on Aquaculture. Jakarta, Indonesia, ASEAN, 77/FA.EgA/Doc. WP21, 149-155.
- Pathansali, D., y Soong, M.K. 1958. Some aspects of cockle (*Anadara granosa* L.) culture in Malaya. Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council, 8(2), 26-31.
- PCARR (Philippine Council for Agriculture and Resources Research). 1977. Philippines recommends for mussels and oysters. Los Baños, Philippines, PCARR. 42 p.
- Perera, M.M., y Arudpragasam, K.D. 1966. Animals living in association with *Ostrea irriginica* (Smel) at Batticaloa. Ceylon Journal of Science, Biological Section, 6(1), 20-25.
- Phillips, D.J.H. 1977. Use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments — a review. Environment Pollution, 13, 281-317. England.
- Pillai, C.T. 1980. Microbial flora of mussels in the natural beds and farms. In CMFRI, Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 41-43.
- Pillay, T.V.R., ed. 1972. Coastal aquaculture in the Indo-Pacific region. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd.
- Pinto, L., y Wignarajah, S. 1980. Some ecological aspects of the edible oyster *Crassostrea cucullata* (Born) occurring in association with mangroves in Negombo Lagoon, Sri Lanka. Hydrobiologia, 69(1-2), 11-19.
- Purushan, K.S., Gopalan, U.K., y Rao, T.S.S. 1980. Raft culture experiment on the edible oyster *Crassostrea madrasensis* (Preston) in Cochin backwater. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 173.
- Qasim, S.Z., Parulekar, A.H., Harkantra, S.N., Ansari, Z.A., y Nair, A. 1977. Aquaculture of green mussel *Mytilus viridis* L.: cultivation on ropes from floating rafts. Indian Journal of Marine Science, 6, 15-25.
- Qiu, L.-Q. 1982. Oyster culture techniques in Guangdong. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982. 12 p.
- Quayle, D.B. 1969. Pacific oyster culture in British Columbia. Ottawa, Canada, Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 169. 192 p.
1975. Tropical oyster culture: a selected bibliography. Ottawa, Canada, International Development Research Centre, IDRC-052e. 40 p.
1980. Tropical oysters: culture and methods. Ottawa, Canada, International Development Research Centre, IDRC-TS17e. 80 p.
- Quayle, D.B., y Bernard, F.R. 1968. Oyster purification study: 1. Incidence and enumeration of coliform bacteria in the Pacific oyster. Ottawa, Canada, Fisheries Research Board of Canada, Manuscript Report Series 973. 21 p.
1976. Purification of basket-held Pacific oysters in the natural environment. Proceedings of the National Shellfisheries Association, 66. 7 p.
- Rabanal, H.R., et al. 1977. Shellfisheries of Thailand. FAO/UNDP South China Sea Fisheries Development and Cooperative Programme, SCS/77/WP/61. 48 p.
- Rajan, S.J. 1980. Experiments on submerged raft for open sea mussel culture. In CMFRI, Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 46-47.
- Ranade, M.R. 1964. Studies on the biology, ecology and physiology of the marine clams. Bombay, India, University of Bombay. 266 p. (Tesis de doctorado).
- Ranade, M.R., y Ranade, A. 1980. Mussel production and economics at Ratnagiri. Paper prepared for the

- Workshop on Mussel Farming, Madras, India, 25-27 September 1980 (mimeo).
- Rangarajan, K., y Narasimham, K.A. 1980. Mussel farming on the east coast of India. In CMFRI, Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 39-41.
- Rao, K.S. 1974. Edible bivalves: mussels and oysters. In Nair, R.V., y Rao, K.S., ed., Commercial Molluscs of India. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 25, 170 p.
- Rao, K.S., Sivalingam, D., y Unnithan, K.A. 1980. Observations on the settling of spat and growth of *Crassostrea madrasensis* in Vaigai estuary at Athankarai. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 98.
- Rao, K.V. 1970. Pearl oysters of the Indian region. In Marine Biology Association of India. Proceedings of a Symposium of Mollusca. Cochin, India, Marine Biology Association of India, 3, 1017-1028.
- Rao, K.V., Kumari, L.K., y Qasim, S.Z. 1976. Aquaculture of green mussel *Mytilus viridis* L.: spawning, fertilisation and larval development. Indian Journal of Marine Sciences, 5, 113-116.
- Rasalam, E.J., y Sebastian, M.J. 1980. Lime-shell fisheries of the Vembanad Lake, Kerala. Journal of the Marine Biology Association of India, 18(2), 323-355.
- Rees, C.B. 1950. Identification and classification of lamellibranch larvae. Hull Bulletin of Marine Ecology, 3, 73-104.
- Rho, G.Y., y Pyen, C.K. 1977. Experimental studies on the seed collection of *Anadara broughtoni* (Schrenk). Bulletin of the Korean Fisheries Research and Development Agency, 16, 16 p.
- Rosell, N.C. 1981. Mariculture of Kapis, *Placuna placenta*. A pilot study. Terminal report. Manila, Philippines, University of the Philippines National Science Development Board Project 7609 Ag. 34 p.
- Rosenberg, E. 1975. Economic appraisal of commercial oyster farming in Fiji. Suva, Fiji. Ministry of Agriculture, Fisheries and Forests, Economic Planning and Statistics Division (manuscript).
- Rougerie, F., y Ricard, M. 1980. Eléments du régime hydrologique de la Baie de Port-Phaeton, île de Tahiti, Polynésie Française. Dakar, Sénégal, Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (ORSTOM), Note et Documents d'Océanographie 1980-23, 33 p.
- Roy, R.N. 1977. Red tide and outbreak of paralytic shellfish poisoning in Sabah. Medical Journal of Malaysia, 31(3), 247-251.
- Salafranca, E.S. 1953. Bacteriological survey of the oysters and shellfish-growing waters of the Binakayan oyster farm of the Bureau of Fisheries. Philippine Journal of Fisheries, 2, 26-39.
- Silas, E.G. 1980. Mussel culture in India — constraints and prospects. In CMFRI, Coastal Aquaculture: Mussel Farming Progress and Prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 51-56.
- Silas, E.G., et al., ed. 1980. Coastal aquaculture: mussel farming progress and prospects. Cochin, India, CMFRI, Bulletin 29, 56 p.
- Silas, E.G., y Rao, P.V. 1980. Workshop on mussel farming — an action plan for R & D programmes. Cochin, India, Central Marine Fisheries Information Service, T and E Series 23, 10-13.
- Sindermann, C.J., ed. 1977. Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. New York, USA, Elsevier, 329 p.
- Singh, S.M., y Zouros, E. 1981. Genetics of growth rate in oysters and its implications for aquaculture. Canadian Journal of Genetic Cytology, 23(1), 119-130.
- Sivalingam, S. 1962. Bibliography on pearl oysters. Colombo, Sri Lanka (Ceylon), Department of Fisheries, Fisheries Research Station, Bulletin 13, 21 p.
- Sivalingam, P.M. 1977. Aquaculture of the green mussel, *Mytilus viridis* Linnaeus, in Malaysia. Aquaculture, 11, 297-312.
- Souness, R., Bowrey, R.G., y Fleet, G.H. 1979. Commercial depuration of the Sydney rock oyster, *Crassostrea commercialis*. Food Technology in Australia, December, 531-537.
- Sreenivasan, P.V. 1980. Growth of clam *Meretrix casta* (Chemnitz) transplanted in the Vellar estuary. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 100.
- Stickney, R.R. 1979. Principles of warmwater aquaculture. New York, USA, John Wiley and Sons, 375 p.
- Tan, W.H. 1975a. Effects of exposure and crawling behaviour on the survival of recently settled green mussels (*Mytilus viridis* L.). Aquaculture, 6, 357-368.
- 1975b. Egg and larval development in the green mussel, *Mytilus viridis* Linnaeus. Veliger, 18(2), 151-155.
1977. Note on the taxonomy of the edible green mussel *Mytilus viridis* Linnaeus = *Perna viridis* (Linnaeus) (Mollusca: Bivalvia): abstract. Journal of the Singapore National Academy of Science, 6(1), 13-14.
- Tan, W.H., y Lim, L.H. 1982. Tolerance to and uptake of lead in the green mussel *Perna viridis* (L.). Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982, 29 p.
- Tang, T.P. 1982. Status of the Sabah shellfish culture. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982, 5 p.
- Taniitha Chongpeepien. 1982. Reproductive cycle of mussel (*Mytilus smaragdinus*) at Samaekao, Chachoengsao Province. Paper prepared for the Bivalve Culture Workshop, Singapore, 16-19 February 1982, 11 p.
- Tham, A.K., Yang, S.L., y Tan, W.H. 1972. Experiments in coastal aquaculture in Singapore. In FAO, Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd, 375-383.
- Thomson, J.M. 1954. Genera of oysters and the Australian species. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 5(1), 132-168.
1954. Handbook for oyster farmers. Australia Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Fisheries and Oceanography, Circular 3, 21 p.
- Van Someren, V.D., y Whitehead, P.J. 1961. Investigation of the biology and culture of an East African oyster *Crassostrea cucullata* (Born). London, England, Colonial Office, Fisheries Publication 14, 36 p.
- Varghese, M.A. 1976. Windowpane oyster (*Placenta placenta* (Linn.)) of the Gulf of Kutch. Seafood Export Journal, 8(5), 25-28.

- Velez, A., y Epifanio, C.E. 1981. Effects of temperature and ration on gametogenesis and growth in the tropical mussel, *Perna perna* (L.) Aquaculture, 22(1-2), 22-26.
- Venkataraman, R., y Sreenivasan, A. 1955. Mussel pollution at Korapuzha estuary (Malabar), with an account of certain coliform types. Indian Journal of Fisheries, 2(2), 314-324.
- Victor, A.C.C. 1980. Ecological conditions of the pearl culture farm off Veppalodai in the Gulf of Mannar. Paper prepared for the Symposium on Coastal Aquaculture, Cochin, India, 12-18 January 1980. Cochin, India, Marine Biology Association of India, Abstract 28.
- Wade, B., Brown, R., Hanson, C., Alexander, L., Hubbard, R., y López, B. 1980. Development of a low-technology oysterculture industry in Jamaica. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Proceedings, 33, 6-18.
- Walker, N.P., y Gates, J.M. 1981. Financial feasibility of high density oyster culture in saltmarsh ponds with artificially prolonged tidal flows. Aquaculture, 22(1-2), 11-20.
- Walne, P.R. 1974. Culture of bivalve molluscs: 50 years experience at Conway. West Byfleet, Surrey, England, Fishing News (Books) Ltd. 173 p.
- Webber, H.H., y Riordan, P.F. 1976. Criteria for candidate species for aquaculture. Aquaculture, 7, 107-123.
- Wood, P.C. 1961. Principles of water sterilisation by ultraviolet light and their application in the purification of oysters. Fishery Investigations, Series I, Salmon and Freshwater Fisheries, Great Britain Ministry of Agriculture Fisheries and Food, 23(6). 48 p.
- Worth, G.K., Maclean, J.L., y Price, M.J. 1975. Paralytic shellfish poisoning in Papua New Guinea, 1972. Pacific Science, 29(1), 1-5.
- Yamamoto, G. 1964. Studies on the propagation of the scallop, *Patinopecter yessoensis* (Jay), in Mutsu Bay, Japan. Ottawa, Canada, Fisheries Research Board of Canada, Marine Resources Protection Association, Booklet 6. 77 p.
- Yap, W.G. 1978. Settlement preference of the brown mussel *Modiolus metcalfei* and its implication on the aquaculture potential of the species. Fisheries Research Journal of the Philippines, 3(1), 65-70.
- Yap, W.G., et al. 1979. Manual on mussel farming. Tigbauan, Iloilo, Philippines, Southeast Asian Fisheries Development Center, Aquaculture Department, Aquaculture Extension Manual, 6. 17 p.
- Young, A.L. 1980. Larval and postlarval development of the windowpane shell, *Placuna placenta* Linnaeus (Bivalvia: placunidae), with a discussion on its natural settlement. Veliger, 23(2), 141-148.

