



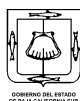
*Estudio
del Potencial
Pesquero y Acuícola
de Baja California Sur*

*Margarita Casas Valdez
Germán Ponce Díaz
Editores*

Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur

Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz
Editores

Volumen II



Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Gobierno del Estado de Baja California Sur. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar.

Diseño gráfico: Edgar Yuen Sánchez y Margarita Casas Valdez

Cuidado de la edición: Edgar Yuen Sánchez, Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz

Editores de estilo: Enrique Arturo González Navarro, Jon Elorduy Garay y Eduardo F. Balart

Diseño de la portada y dibujos: Oscar Armendáriz Ruíz

Cuidado de la impresión: Margarito Rodríguez Alvarez, Ruben Andrade Velázquez y Santiago Rodríguez Alvarez

Uniformización de la primera versión: Sergio Francisco Martínez Díaz

ISBN I58-968-6837-16-7

Las ilustraciones de *Thunnus albacares* (página 354), *Katsuwonus pelamis* (página 359), *Sarda chiliensis* y *S. orientalis* (página 366), del capítulo Pesquería de Atún, fueron tomadas de FAO species catalogue, Vol. 2. Scombris of the world. FAO, 1983; con autorización de la FAO, No. A85.96.

Las ilustraciones de marlin rayado (página 392), marlin azul (página 393) y pez vela (página 394), del capítulo Pesquería Deportivo-Recreativa, fueron tomadas de FAO species catalogue, Vol. 5. Billfishes of the world. FAO, 1985; con autorización de la FAO, No. A85.96.

D.R. @ 1996.

Primera reimpresión 1999

Derechos reservados conforme a la ley

Impreso y hecho en México

CONTENIDO

VOLUMEN II

PESQUERÍA DE ATÚN.....	351
<i>Sofía Ortega García, Alejandro Villa Arce y Rubén Rodríguez Sánchez</i>	
PESQUERÍA DEPORTIVO - RECREATIVA.....	389
<i>Alexander Klett Traulsen, Germán Ponce Díaz y Sofía Ortega García</i>	
PESQUERÍA DE <i>Gelidium robustum</i>	419
<i>Margarita Casas Valdez y Claudia Judith Hernández Guerrero</i>	
RECURSO <i>Macrocystis pyrifera</i>	431
<i>Margarita Casas Valdez, Gustavo Hernández Carmona y Claudia Judith Hernández Guerrero</i>	
RESÚMENES ANALÍTICOS	445
<i>Dirección General de Administración de Pesquerías</i>	
<i>Raúl Villaseñor y Jorge A. Lerma Nava</i>	
CULTIVO DE ABULÓN <i>Haliotis</i> spp.	475
<i>José Manuel Mazón Suástegui, Margarita Muciño Díaz y Luis Alonso Bazúa Sicre</i>	
CULTIVO DE ALMEJA CATARINA <i>Argopecten circularis</i>	513
<i>José Manuel Mazón Suástegui</i>	
CULTIVO DE HACHA	545
<i>Teodoro Reynoso Granados, Alfonso Maeda Martínez, Francisco Cardoza Velasco y Pablo Monsalvo Spencer</i>	
CULTIVO DE CAMARÓN <i>Penaeus</i> spp.....	551
<i>José Manuel Mazón Suástegui, Francisco Magallón Barajas, Guillermo Portillo Clark y Alfredo Hernández Llamas</i>	
CULTIVO DE OSTRAS PERLERAS Y PERLICULTURA.....	571
<i>Mario Monteforte</i>	
CULTIVO DE MEJILLÓN.....	615
<i>Marco Antonio Cadena Roa</i>	
CULTIVO DE OSTIÓN JAPONÉS	625
<i>José Manuel Mazón Suástegui</i>	
CULTIVO DE PECES MARINOS.....	651
<i>Araceli Avilés Quevedo y José Manuel Mazón Suástegui</i>	

RESÚMENES ANALÍTICOS685

Dirección General de Acuacultura

*Dinorah Prieto Castellanos, Mónica Peña Sánchez, Alfredo Hernández Llamas
(Delegación Estatal Semarnap), Jesús Talavera Maya (Delegación Estatal Semarnap)*

PESQUERÍA DE ATÚN

Sofía Ortega García, Alejandro Villa Arce y Rubén Rodríguez Sánchez

RESUMEN

Entre los Estados que más han destacado en la pesquería de atún en México se encuentra Baja California Sur, ya que tanto la entrada del Golfo de California como la costa occidental son áreas de pesca de atún importantes, además de que posee tanto infraestructura industrial como portuaria, ocupando el tercer lugar en número de plantas, capacidad instalada, capacidad de frío y como productor de atún enlatado de los Estados que participan en el proceso industrial en esta pesquería en el Pacífico mexicano. Con la situación del embargo, la exportación de atún ha disminuido; no obstante ello, la demanda nacional de atún enlatado se ha incrementado substancialmente por lo que se considera conveniente impulsar la captura de otros túnidos como el barrilete y el bonito, especies cuya presencia en esta área es estacional y que aunque tienen un valor más bajo en el mercado, su captura implicaría un menor esfuerzo económico. Para ello podrían utilizarse las embarcaciones de poca autonomía pero que pueden ser bastante eficientes al aprovechar la cercanía del área de pesca. En el planteamiento de desarrollo del Estado es necesario que se contemple el incremento de la capacidad de almacenaje de los frigoríficos que permitan cubrir la demanda de este recurso durante todo el año, así como la instalación de astilleros para una mayor eficiencia operativa de la flota. Por otra parte se propone un uso alternativo de la flota varera en la captura de atún de alta calidad, que pueda utilizarse para satisfacer el mercado nacional e internacional de "sashimi", cuyos precios son bastante altos. Con la finalidad de un mejor aprovechamiento de los recursos será necesario estudios que conlleven a la evaluación de los recursos potenciales así como un seguimiento continuo de los recursos explotados.

I. CARACTERÍSTICAS ACTUALES

I.A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PESQUERÍA

La pesquería de atún en México se lleva a cabo en el Pacífico Oriental principalmente con dos artes de pesca, la flota que utiliza la caña o vara para pescar, comúnmente llamada flota varera; y la que usa la red de cerco, conocida como flota cerquera, siendo esta última la que obtiene los mayores volúmenes de captura. En el Golfo de México la captura se realiza con palangre. El desarrollo que la flota cerquera tuvo en la década de los años ochenta, la ha llevado a ocupar desde 1986 el primer lugar en capturas, número de embarcaciones y capacidad de acarreo de las flotas cerqueras que participan en esta pesquería en el océano Pacífico Oriental. No obstante, su desarrollo se ha visto afectado por una serie de problemas, de los cuales sobresalen la aplicación por parte de los Estados Unidos del primer "embargo atunero" en 1980, el segundo "embargo" aplicado en 1990 (aún vigente) y la devaluación de la moneda mexicana desde 1982, hechos que han tenido repercusiones importantes tanto en las ventas de atún fresco congelado, la saturación del mercado interno así como el aumento de la deuda de las embarcaciones cuyo compromiso de adquisición en la década de los años setenta fue pactado en dólares.

La flota atunera activa durante 1995 fue de 50 embarcaciones de cerco y 7 de vara, con una capacidad de acarreo total de 42386681 toneladas métricas (IATTC, 1995). Durante 1994, en el Golfo de México operaron 18 barcos palangreros relativamente pequeños (menos de 50 toneladas de capacidad de acarreo).

Del total de las embarcaciones de cerco, aproximadamente el 50% son embarcaciones con capacidad de acarreo mayor de 1000 t, con gran autonomía, lo que les ha permitido operar en aguas nacionales e internacionales logrando una amplia cobertura (fig. 1). En la pesquería del Pacífico han sobresalido los estados de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Colima y

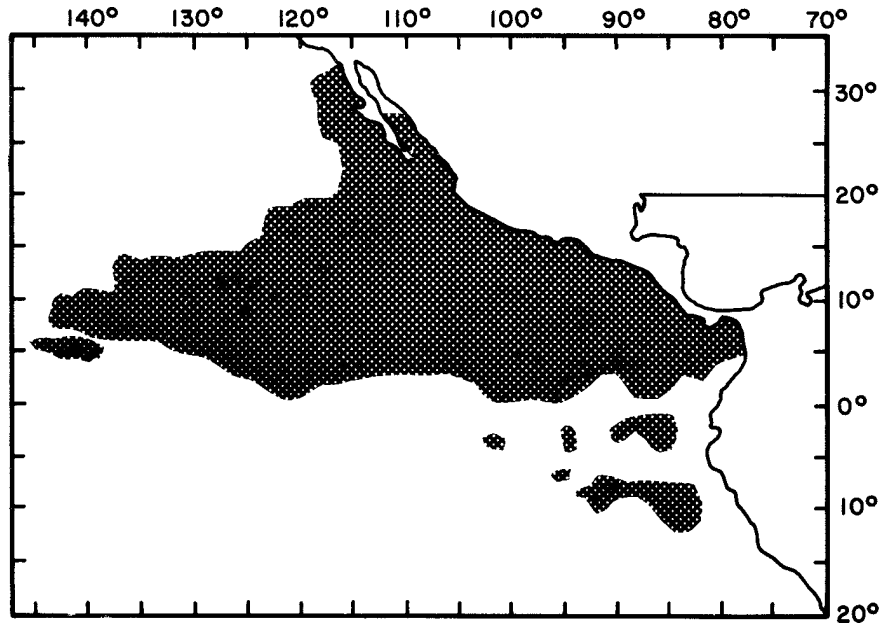


Figura 1. Área de operación de la flota atunera mexicana durante 1984-1990.

Chiapas porque en ellos se ha instalado la infraestructura industrial y portuaria necesaria para el almacenaje y procesamiento del recurso así como para el atraque de los barcos atuneros.

I.B. CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO SUJETO A EXPLOTACIÓN

Se consideran atunes, aquellas especies miembros de la tribu Thunnini, una subdivisión de la familia Scombridae (Klawe, 1977; Collete, 1978). La expresión atunes y similares es aplicado a los géneros de la familia Scombridae, excepto *Rastrelliger* y *Scomber* y todos los géneros de la familias Istiophoridae y Xiphiidae. Las macarelas, *Rastrelliger* y *Scomber* son excluidos debido a que por su forma de vida, la naturaleza de las pesquerías dirigidas hacia ellas y la comercialización de sus capturas difieren considerablemente de las otras especies (Bayliff, 1980).

Clasificación taxonómica de acuerdo a Joseph *et al.* (1988):

Familia Scombridae	Número de especies
Subfamilia Scombrinae	
Tribu Thunnini	
<i>Auxis</i>	2
<i>Euthynnus</i>	3
<i>Katsuwonus</i>	1
<i>Thunnus</i>	7
<i>Allothunnus</i>	1
Tribu Sardini	
<i>Cybiosarda</i>	1
<i>Gymnosarda</i>	1
<i>Orcynopsis</i>	1
<i>Sarda</i>	4

Las especies que constituyen la pesquería de atún en el Océano Pacífico Oriental (OPO), pertenecen a los géneros *Thunnus*, *Katsuwonus* y *Sarda* :

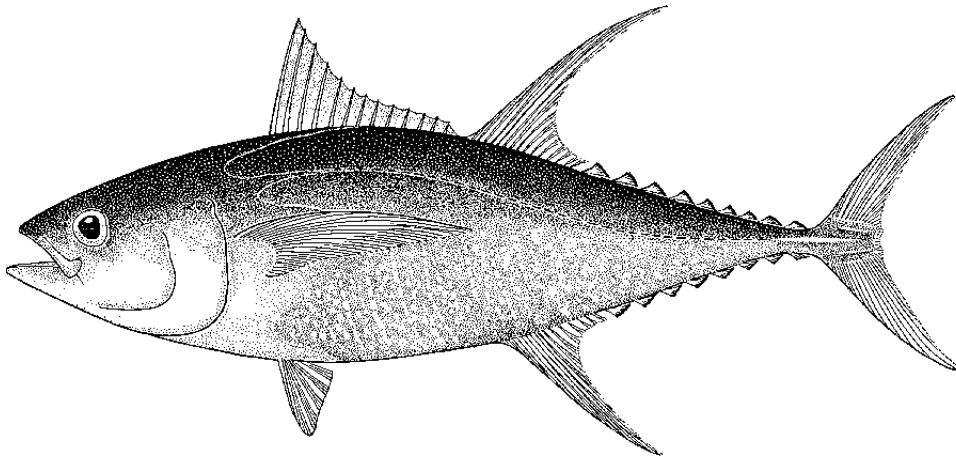
Nombre común	Nombre científico
Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>
Albacora	<i>Thunnus alalunga</i>
Patudo	<i>Thunnus obesus</i>
Atún aleta azul	<i>Thunnus thynnus</i>
Bonito	<i>Sarda orientalis</i>
	<i>Sarda chiliensis</i>
Barrilete negro	<i>Euthynnus lineatus</i>
Barrilete	<i>Katsuwonus pelamis</i>

El atún aleta amarilla es el objetivo de esta pesquería por su alto valor comercial y abundancia en el OPO, constituyendo durante 1992 el 91.42% de las capturas de la flota mexicana, seguida

del barrilete con el 8.39%. La captura de otras especies es considerada como incidental (IATTC, 1993).

I.C. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL RECURSO

ATÚN ALETA AMARILLA (*Thunnus albacares*)



Especie epipelágica, se encuentra en aguas tropicales y subtropicales de todos los océanos y mares del mundo excepto en el mar Mediterráneo. En el OPO se distribuye desde los 35° N a los 33° S. La temperatura es un factor determinante en su distribución, encontrándose en concentraciones comerciales entre 20° y 30°C (Blackburn, 1965), aunque se le llega a encontrar entre los 18°-31°C (Laevastu y Rosa, 1963).

La estructura térmica vertical parece ser el factor principal que determina la distribución vertical de estos organismos. Se les encuentra generalmente por arriba de la termoclina, siendo más susceptible a la captura en situaciones en que la profundidad de la red es mayor que la de la termoclina. Esencialmente confinados por arriba de los 100 m de la columna de agua en áreas con marcadas oxiclina (Sharp, 1978).

La disponibilidad de alimento en áreas de temperatura óptima es también un factor importante donde el atún aleta amarilla tiende a agregarse, coincidiendo así su presencia en áreas de surgencia y frentes oceánicos (Power y Nelson, 1991).

En aguas mexicanas presenta desoves parciales a lo largo del año a temperaturas mayores de 26°C, con máximos durante primavera y verano (González y Ramírez, 1989). La talla mínima de madurez varía geográficamente, en el OPO se han reportado organismos maduros entre los 91-100 cm, sin embargo, un alto porcentaje de peces alcanzan su primera madurez a longitudes mayores de los 120 cm (Shingu *et al.*, 1974).

Se alimenta principalmente de peces (anchoveta, sardina, macarela, *Auxis* sp.), cefalopodos (pulpos, calamares) y crustáceos (cangrejos, langostilla) (Galván-Magaña, 1989).

El atún aleta amarilla se encuentra en cardúmenes cerca de la superficie, generalmente con organismos del mismo tamaño ya sea en cardúmenes "puros" o asociado con barrilete o con delfines. Esta característica es usada por los pescadores como indicador para detectar la presencia de atún, ya sea mediante la observación visual de áreas agitadas en la superficie del mar, lo cual es causado por los atunes o sus presas a lo que se le conoce como "brisa" ó cardúmenes "puros" o a través de la observación de manadas de delfines. Las especies de delfines que generalmente se encuentran asociados a esta especie, son el delfín manchado (*Stenella attenuata*), el delfín tornillo (*Stenella longirostris*) y el delfín común (*Delphinus delphis*). Los peces en tales cardúmenes son generalmente mas grandes y menos homogéneos en tamaño que aquellos de cardúmenes no asociados a delfines. Aproximadamente el 85% del atún aleta amarilla capturado sobre cardúmenes no asociados a delfines son menores de 85 cm mientras que cerca del 70% de los atunes asociados a delfines son mayores de 85 cm (Cole, 1980).

Al atún aleta amarilla también se le encuentra asociado a objetos flotantes tales como palos o ballenas muertas (Allen y Punsly, 1984), hecho que ha sido aprovechado por algunos pescadores, dejando a la deriva o amarrados a una cuerda "truncos", cerca del barco para capturar el atún que se concentre al tronco durante la noche.

Durante 1992, del total de lances realizados en el noroeste de México el 47% fue sobre brisa y el 45% se realizó sobre atún asociado a delfines, con una captura por lance promedio de 10.48 y 9.33 toneladas respectivamente.

De acuerdo a los muestreos realizados por la Comisión Interamericana del Atún Tropical para la zona del ARCAA (Area Reglamentaria de la Comisión para el Aleta Amarilla) el atún capturado en el noroeste de México (zonas 1 y 8) durante 1992, presentó una talla mínima de 40 cm y una máxima de 144 cm (fig. 2), predominando los de 70 a 90 cm de longitud, con un peso aproximado entre los 9.1 y 10.7 kg respectivamente (IATTC, 1993).

Durante 1993 las tallas capturadas en esta zona variaron entre 40-158 cm, aunque la mayoría se encontraban entre 50-90 cm (fig. 3). El atún aleta amarilla capturado en esta área es mas pequeño comparado con las demás áreas de pesca, pues mientras que en ésta el peso promedio fue de 8.27 kg. en las otras áreas es superior a los 10 kg (IATTC, 1994).

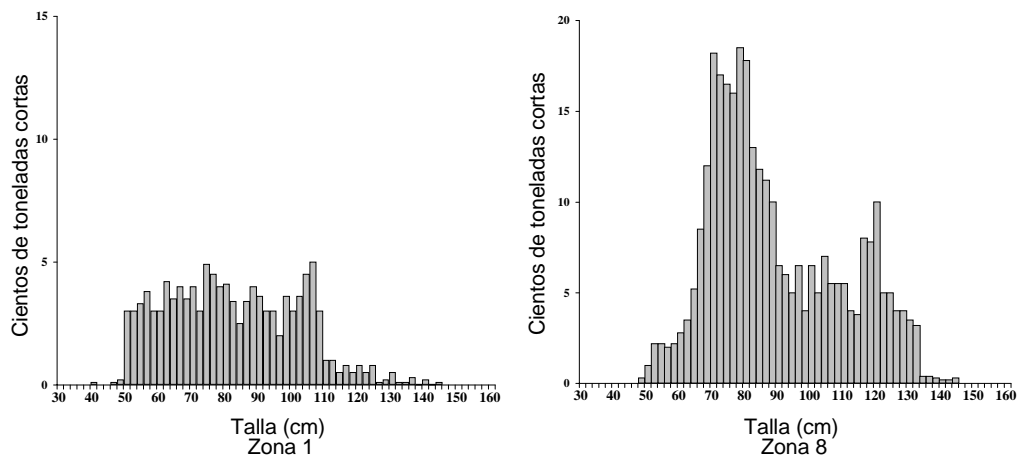


Figura 2. Captura estimada de aleta amarilla por artes de superficie en las zonas 1 y 8 del ARCAA en 1992 (tomado de IATTC, 1993).

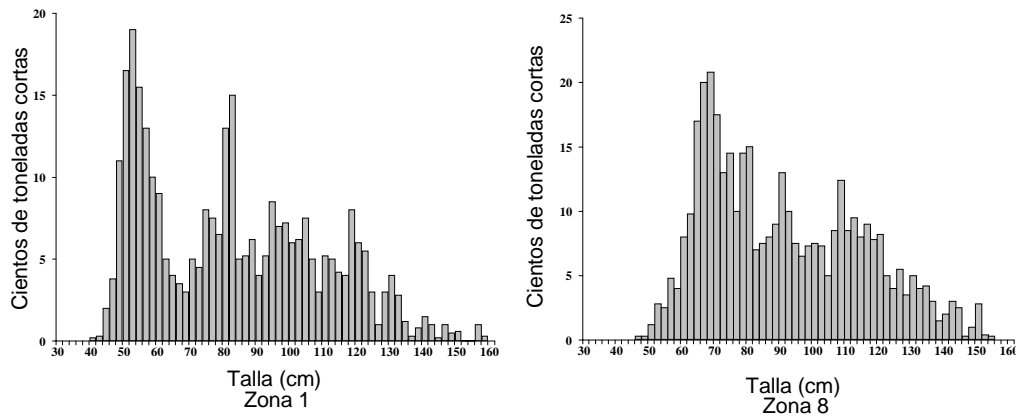


Figura 3. Captura estimada de aleta amarilla por artes de superficie en las zonas 1 y 8 (peso promedio 6.3 kg y 10.3 kg respectivamente) del ARCAA en 1993 (tomado de IATTC, 1994).

En la figura 4 se presenta la variación de la captura por día normal de pesca (CPDNP), como un índice de abundancia relativa del atún aleta amarilla en el noroeste de México durante 1984-1993 (**). En abril se presenta el valor más alto con casi 24 t por día normal de pesca y en el mes de diciembre el valor más bajo con 7.38 t por día normal de pesca. La CPDNP promedio para todo el período fue de 12 t.

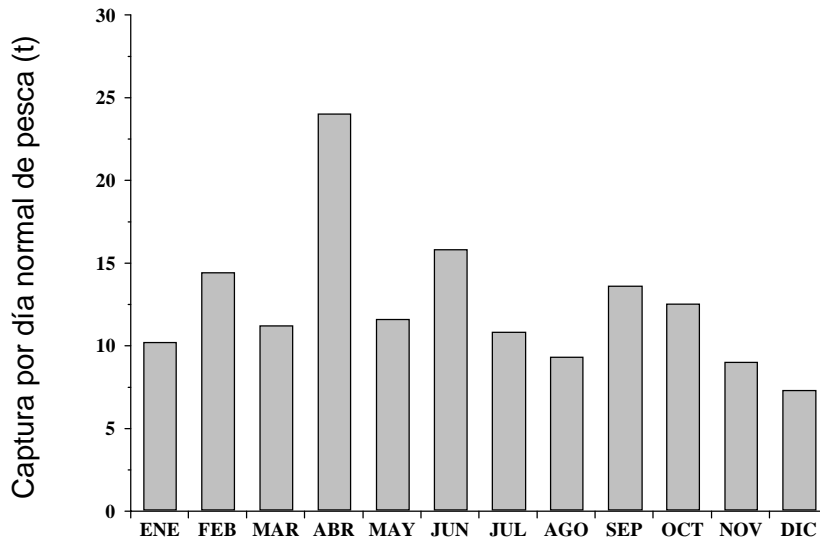


Figura 4. Abundancia relativa promedio mensual del atún aleta amarilla durante 1984-1993 en el noroeste de México.

La abundancia relativa promedio mensual del atún aleta amarilla en el noroeste de México, en cuadrantes de un grado, se muestra en las figuras 5a y 5b. Se aprecian las zonas de mayor abundancia y su variación promedio a lo largo del año. Tomando en cuenta que la captura por día normal de pesca promedio obtenida en los últimos años por la flota internacional que opera en el OPO es de 15 toneladas (IATTC, 1993), se consideró como niveles de alta abundancia los valores superiores a esta cantidad.

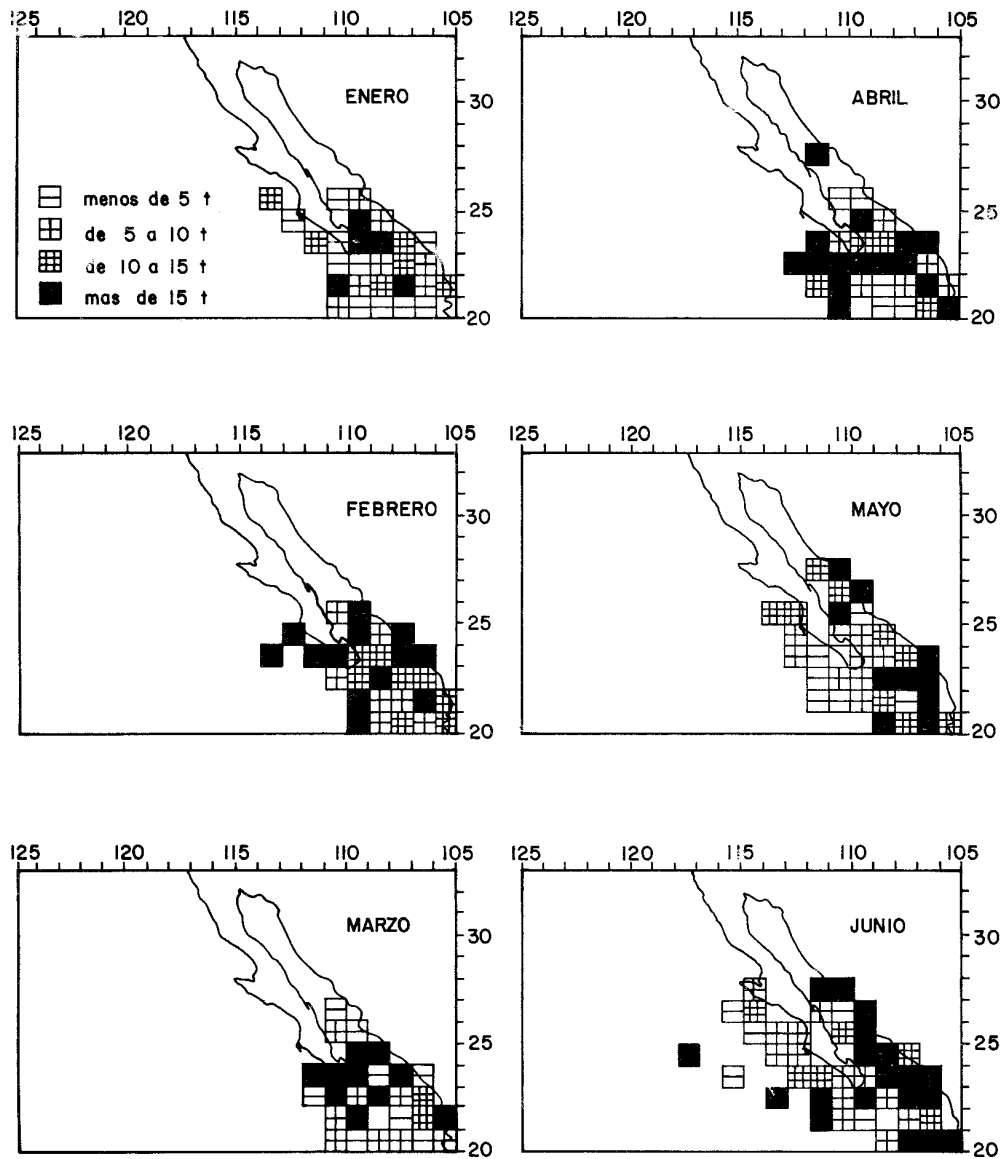


Figura 5a. Distribución promedio mensual de la abundancia relativa del atún aleta amarilla en el noroeste de México.

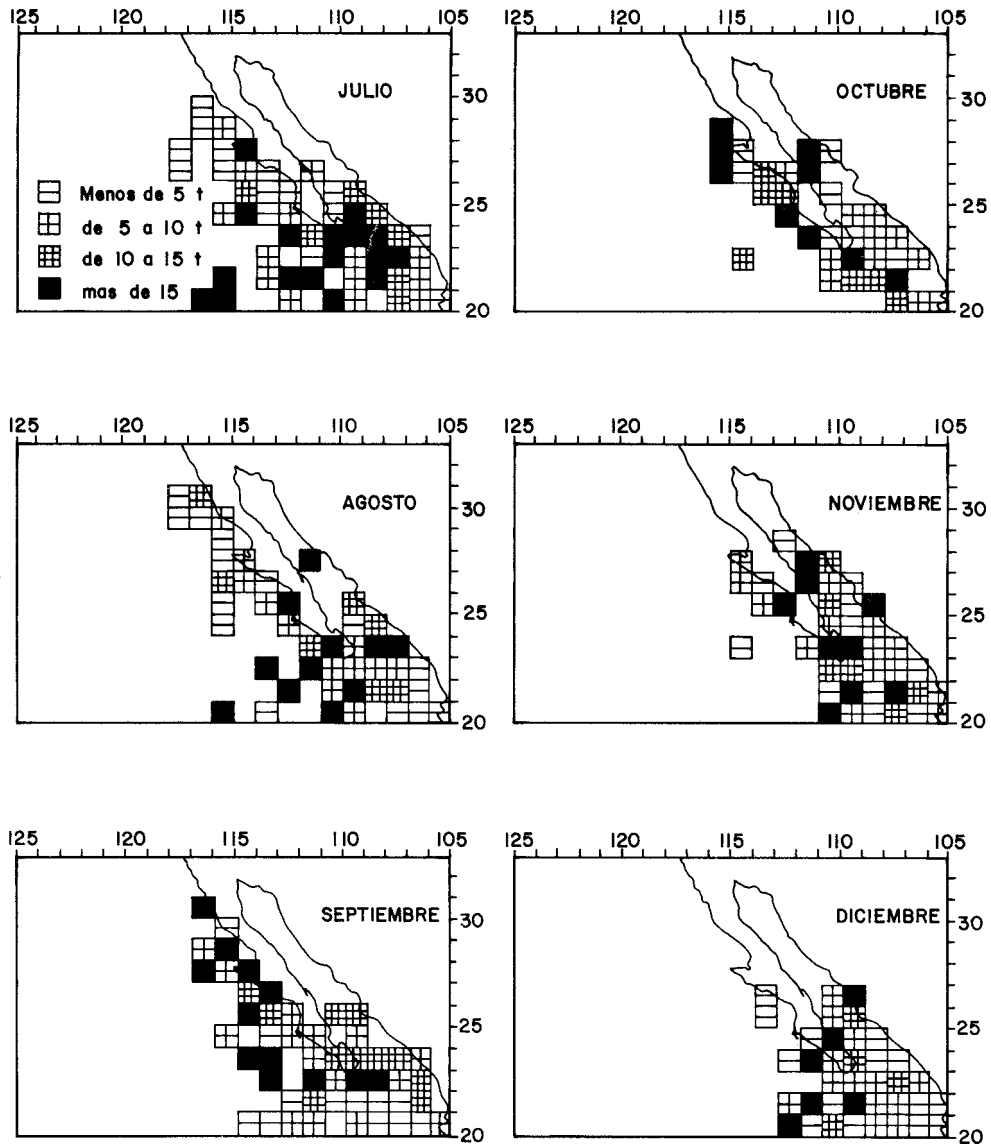
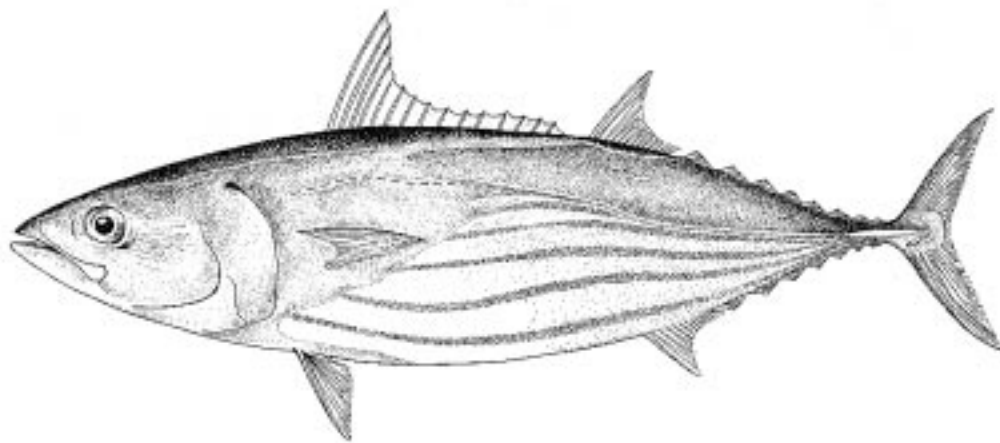


Figura 5b. Distribución promedio mensual de la abundancia relativa del atún aleta amarilla en el Noroeste de México.

(**) Para estas estimaciones se utilizaron las bitácoras de pesca de la flota atunera mexicana de cerco, considerando esta información como una muestra del stock de atún aleta amarilla definido por Suzuki *et al.*, 1978 y que ha sido tomado por la Comisión Interamericana del Atún Tropical para estimar evaluaciones de abundancia del recurso, por lo que se debe tener presente que esta abundancia relativa cambia conforme lo haga la población en su totalidad. El esfuerzo pesquero fue estandarizado mediante la metodología propuesta por Ortega-García y Gómez-Muñoz (1992).

BARRILETE (*Katsuwonus pelamis*)



Esta especie cosmopolita se encuentra en todas las aguas tropicales y subtropicales del mundo; está ausente en el Mar Negro. En el Pacífico Oriental se distribuye generalmente entre los 30° N y los 30° S (Brock, 1959; Kearny, 1978), aunque se ha registrado su presencia hasta los 49°N y 49°S (Matsumoto y Skillman, citado por Forsbergh, 1980). Es epipelágica, con un rango general de temperatura entre los 17° y 30°C para los adultos y mayores de 25° C para las larvas (Collette y Nauen, 1983). Concentraciones comerciales se encuentran frecuentemente entre los 20°-29°C (Broadhead y Barret, 1964), aunque diversos estudios demuestran que su presencia en la costa occidental de Baja California sigue los movimientos estacionales de las isothermas de 18°-21°C (Williams, 1970).

Su distribución vertical está limitada por la distribución de la temperatura y de las concentraciones de oxígeno necesarias para su sobrevivencia. En algunos estudios específicos para algunas áreas, el barrilete ha requerido una temperatura mínima de 18 °C y concentraciones de oxígeno de 3.0-3.5 ml/l (Barkley *et al.*, 1978).

Desova durante todo el año en aguas ecuatoriales y desde primavera a principios de verano en aguas subtropicales, siendo el desove estacional más corto conforme la distancia del ecuador se incrementa. La fecundidad se incrementa con el tamaño, pero es muy variable; el número de huevos por estación en hembras de 41 a 87 cm de longitud es entre los 80,000 a 2 millones (Matsumoto *et al.*, 1984). La talla de primera madurez varía geográficamente, aunque en la mayoría de los casos está entre los 40 y 50 cm de longitud (Matsumoto *et al.*, 1984).

Su dieta incluye peces, crustáceos y moluscos aunque en forma general es un organismo oportunista. En el OPO se ha reportado una dieta con un 59% de crustáceos, 37% de peces y 3% de calamar (Matsumoto *et al.*, 1984). La actividad alimenticia presenta dos picos, uno en la mañana y otro por la tarde, hecho que es aprovechado por barcos vareros al arrojar la carnada al mediodía cuando las presas del barrilete están menos disponibles, obteniendo así mayores capturas (Yuen, 1959).

Se tiene la hipótesis de que el barrilete en el OPO se origina en aguas ecuatoriales, y que de los pre-reclutas (arriba de los 35 cm de longitud) un grupo migra a la costa occidental de Baja California, Golfo de California e Islas Revillagigedo y el otro hacia América Central y norte de Chile. El primer grupo aparece en las Islas Revillagigedo el mes de abril moviéndose durante primavera y verano a la costa occidental de Baja California, y regresando hacia aguas ecuatoriales durante el invierno (Collette y Nauen, 1983).

El barrilete exhibe una fuerte tendencia a formar cardúmenes en aguas superficiales. Los cardúmenes están asociados a pájaros, tiburones, ballenas, y objetos flotantes, encontrándose como única especie o mezclado con otras especies de túnidos u otras especies de peces (Matsumoto *et al.*, op. cit.).

La máxima talla reportada es de 108 cm correspondiente a un peso entre 32.5-34.5 kg. La talla modal en el Noroeste de México durante 1992 fue a los 60 cm con un peso promedio de 3.8 kg (fig. 6). Durante 1993 la distribución de tallas fue más amplia y el peso promedio fue mayor al reportado durante 1992 (fig. 7). EL peso promedio registrado para esta especie por la flota internacional durante 1986-1993 fue de 2.86 kg. (IATTC, 1994).

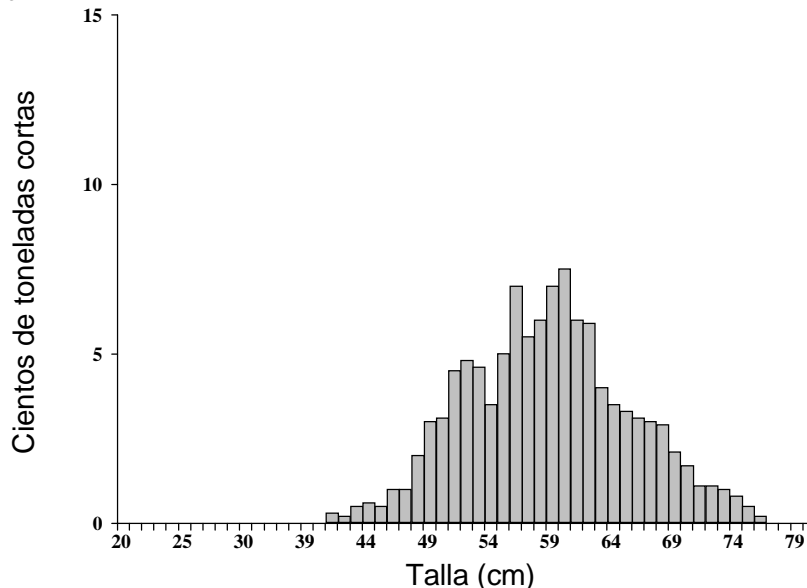


Figura 6. Captura estimada de barrilete por artes de superficie en las zonas (1-8) del ARCAA en 1992 (tomado de IATTC, 1993).

Debido a que los datos utilizados para determinación de la abundancia relativa son los provenientes de las bitácoras de la flota cerquera y dado que el objetivo de la pesquería es el atún aleta amarilla, siendo la captura de barrilete casi incidental, los datos de la abundancia relativa de barrilete podrían estar sobrestimados, por lo que solo se presentan las capturas promedio de esta especie obtenidas por la flota atunera mexicana en el Noroeste de México durante 1984-1993 (fig. 8).

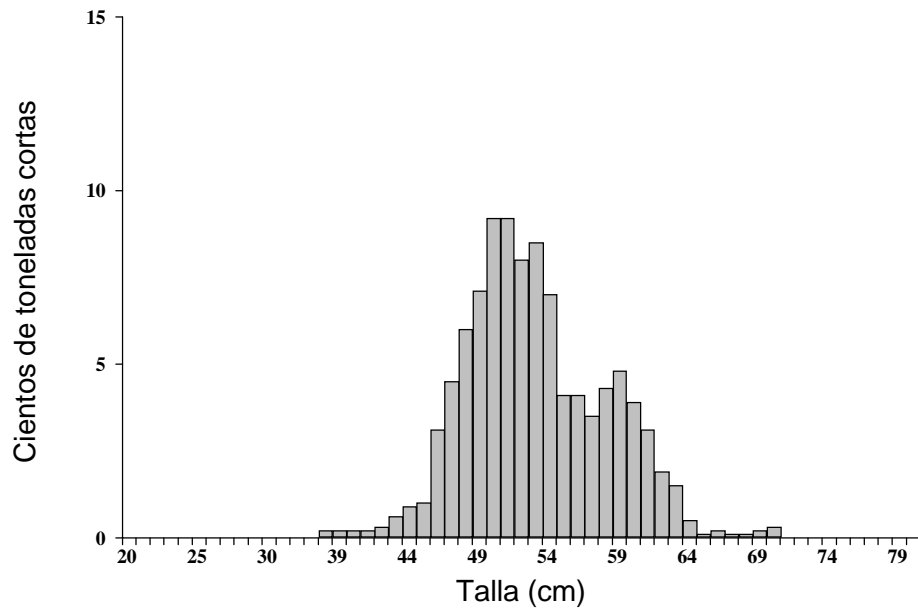


Figura 7. Captura estimada de barrilete por artes de superficie en las zonas (1-8) del ARCAA en 1993 (tomado de IATTC, 1994).

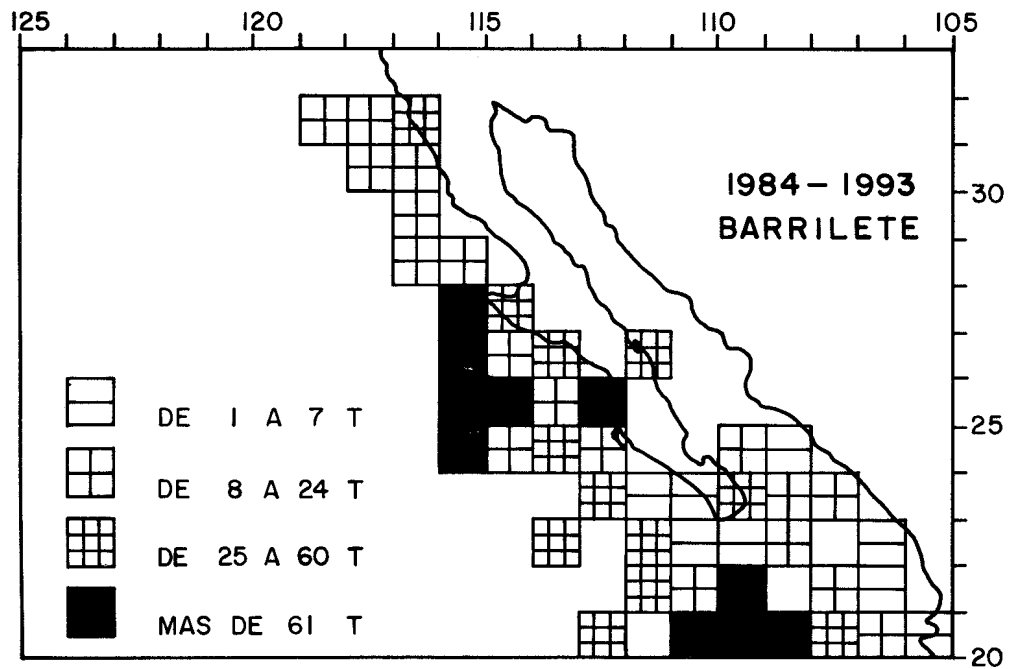


Figura 8. Distribución de las capturas de barrilete obtenidas por la flota atunera mexicana de cerco durante 1984-1983.

PATUDO (*Thunnus obesus*)

Se encuentra en aguas tropicales y subtropicales de los Océanos Pacífico, Atlántico e Indico pero esta ausente en el mar Mediterráneo. Es una especie epipelágica y mesopelágica en aguas oceánicas, encontrándose desde la superficie hasta los 250 m de profundidad. La temperatura y la profundidad de la termoclina parecen ser los principales factores ambientales que gobiernan la distribución vertical y horizontal del patudo o atún ojo grande. Se le ha encontrado en un rango de temperatura entre 13°-29°C, con un rango óptimo entre 17°-22°C, coincidiendo con el rango de temperatura de la termoclina permanente. No obstante que de acuerdo a Collette y Nauen (1983) esta especie no se encuentra presente a lo largo de las costas pacíficas mexicanas, capturas de esta especie han sido obtenidas aunque en volúmenes bajos por barcos palangreros a lo largo de la costa occidental de Baja California e Islas Revillagigedo.

En el océano Pacífico se han registrado desoves entre 10° N y los 10° S, con un máximo de abril a septiembre en el área entre el ecuador y los 12° N. En contraste en el Pacífico Oriental el máximo se presenta de enero a marzo en el área entre el ecuador y los 10° S (Kikawa, 1962). En el OPO se ha reportado una talla de primera madurez entre los 100-130 cm de longitud furcal (Collette y Nauen, op cit.).

Al igual que los otros túnidos su dieta está formada por peces, crustáceos y cefalópodos. Su alimentación ocurre tanto en el día como en la noche (Alverson y Petersen, 1963).

Juveniles y adultos pequeños forman cardúmenes en la superficie en grupos monoespecíficos o junto con atún aleta amarilla o barrilete. También, se les puede encontrar asociados a objetos flotantes (Collette y Nauen, 1983). Un estudio reciente en el OPO encontró que un 66% de la captura es obtenida en cardúmenes no asociados, un 27% en cardúmenes con objetos flotantes y el resto asociados a ballenas, tiburones y delfines. Para el período 1971-1991 el promedio de la captura por lance positivo fue de 23 t (22, 28 y 17 t en cardúmenes no asociados, asociados con objetos flotantes y asociados con ballenas, tiburones o delfines, respectivamente [IATTC, 1994]).

La máxima longitud registrada es de 200 cm, aunque las tallas más comunes en el OPO durante 1992 fueron entre los 130 y los 150 cm (organismos maduros considerando la talla de primera madurez), con un peso promedio de 33.7 kg. (fig. 9).

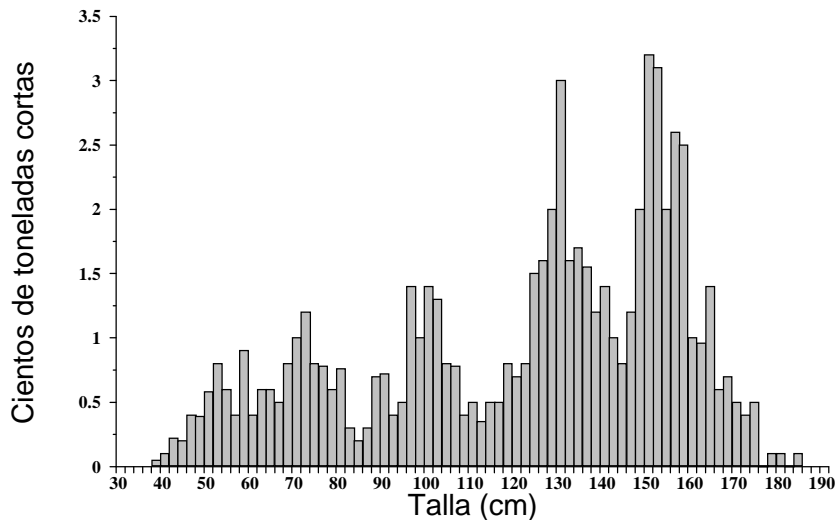


Figura 9. Captura estimada de patudo por artes de superficie en el Océano Pacífico Oriental durante 1993 (peso promedio 20.0 kg) (tomado de IATTC, 1994).

Las capturas de patudo obtenidas por la flota atunera mexicana son muy bajas, ya que esta especie suele encontrarse a una mayor profundidad siendo mas vulnerable al palangre. Además estas capturas se incluyen en el rubro "otras especies" y en la mayoría de los casos no se especifica a que especie corresponden dichas capturas, por lo que en este caso se presenta solo la distribución de las capturas promedio anual durante 1984-1993 para "otras especies" pero en la que quedan incluidas las capturas de bonito y barrilete negro principalmente (fig. 10). La información de la flota internacional, publicada por la Comisión Interamericana del Atún Tropical, muestra que las capturas también son bajas, presentándose sólo durante el tercer trimestre para una serie de datos que va de 1981 a 1987 (fig. 11). Como información complementaria se presenta la captura por unidad de esfuerzo (número de peces capturados por cada 100 anzuelos) de barcos palangreros que operaron en esta área durante 1981-1987 (fig. 12).

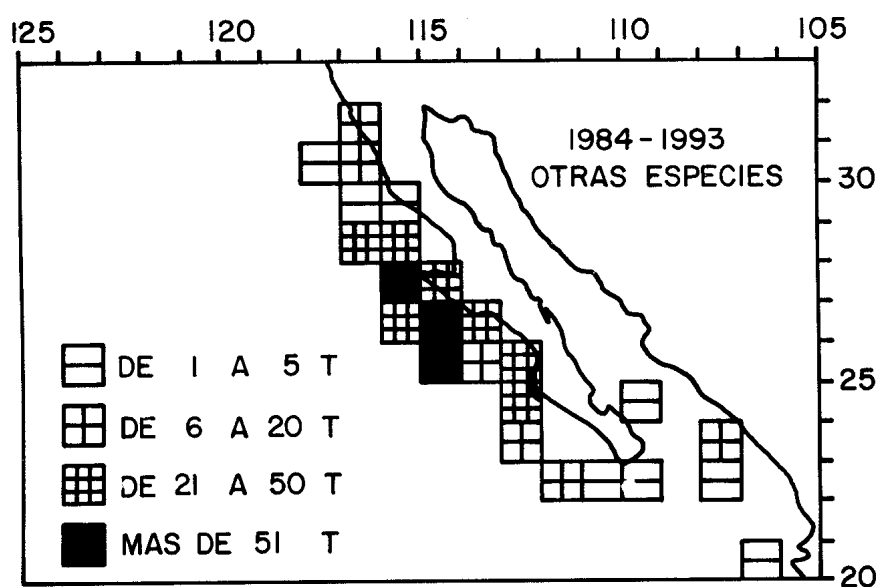


Figura 10. Distribución de las capturas registradas por la flota atunera mexicana como "otras especies", entre las que se encuentran el bonito, patudo, atún aleta azul, entre otras especies.

BARRILETE NEGRO (*Euthynnus lineatus*)

Esta especie se distribuye en el Océano Pacífico Oriental desde San Simon, California, hasta Islas Galápagos y Norte del Perú. Ha sido encontrada frecuentemente en el Golfo de California, Islas Revillagigedo, a lo largo de las costas de México y América Central y en las Islas Galápagos (Muhlia-Melo, 1980). Son especies epipelágicas, neríticas, así como oceánicas que rara vez se presentan en temperaturas abajo de 23° C y que prácticamente se encuentran confinadas a las zonas costeras dentro de las 240 millas (Collette y Nauen, 1983).

Diferencias en la abundancia y estacionalidad de esta especie sugiere un patrón migratorio, el cual no está completamente entendido. En el primer trimestre del año, el barrilete negro es comúnmente encontrado de Centro América al norte de la Península de Baja California. En el segundo trimestre es más abundante en la parte norte del rango anterior, en el tercer trimestre la mayoría de los registros provienen de la costa occidental de Baja California y en el cuarto trimestre los registros se dispersan desde Baja California hasta el Perú (Collette y Nauen, 1983).

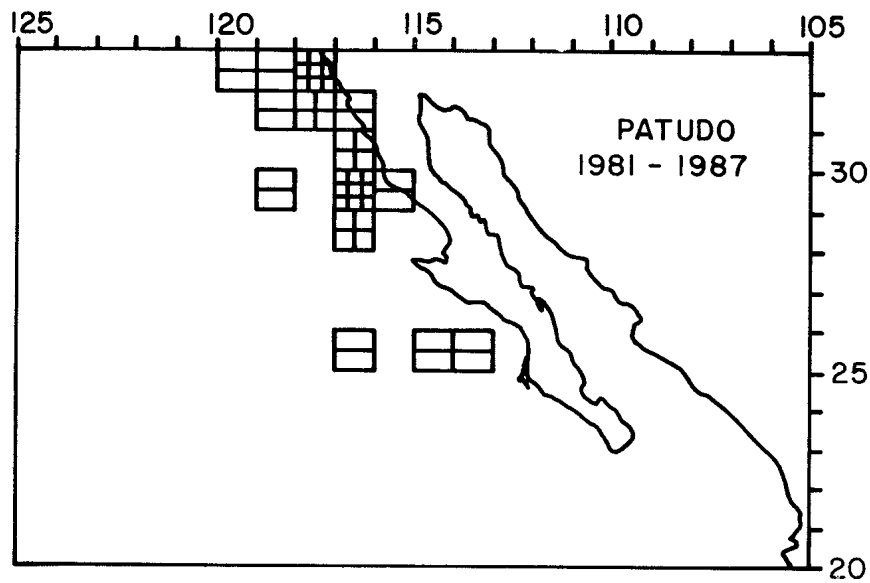


Figura 11. Capturas promedio de patudo obtenidas durante el tercer trimestre por la flota internacional de superficie durante 1981-1987 (tomado de IATTC, 1994).

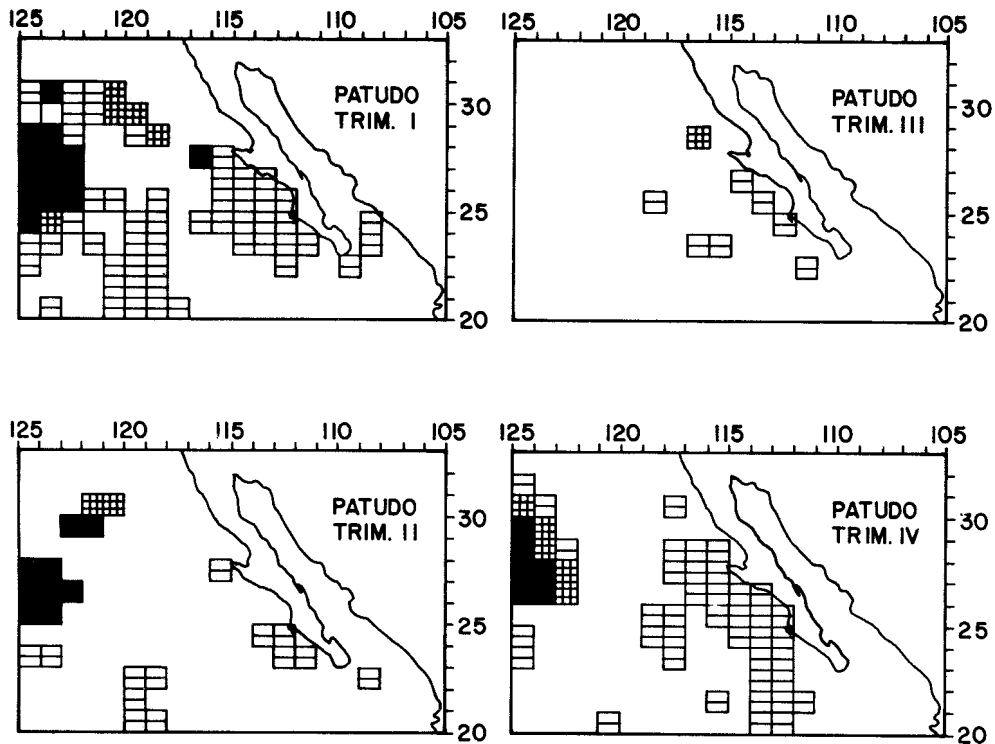


Figura 12. Distribución trimestral de las capturas promedio de patudo obtenidas por los barcos palangreros en el período 1981-1987 (tomado de IATTC, 1994).

El desove de esta especie ocurre en la costa occidental de Baja California durante el verano, mientras que en el Golfo de California ocurre de octubre a diciembre (Klawe 1963; Klawe *et al.*,1970).

Se considera que es un organismo oportunista, con una dieta similar a los demás túnidos, que probablemente compite con aleta amarilla, barrilete, bonito oriental y delfín común por el alimento (Collette y Nauen,1983). Al igual que los otros túnidos tiende a formar cardúmenes por tamaños, frecuentemente con aleta amarilla y barrilete (Calkins y Klawe, 1963).

La máxima talla registrada en capturas comerciales es de 65 cm de longitud furcal con un rango entre 30-65 cm correspondiente a 0.5-4.9 kg. La talla récord conocida es de 84 cm, capturado en las Islas Clarión por pesca deportiva. Las tallas de organismos capturados en 1993 reportados por la Comisión Interamericana del Atún Tropical, se presentan en la figura 13.

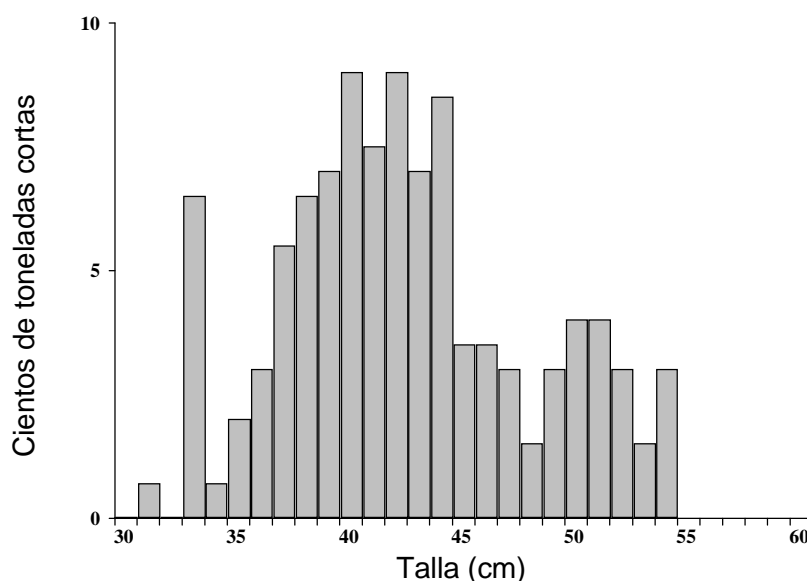
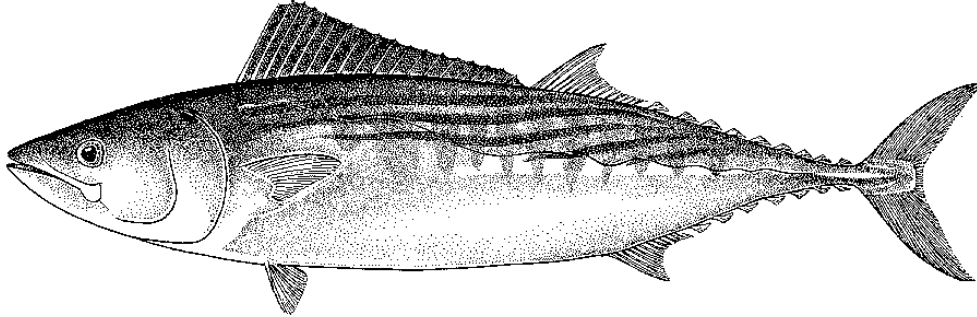


Figura 13. Distribución de frecuencia de tallas de barriletes negros capturados en el Océano Pacífico Oriental durante 1993 (n=156) (tomado de IATTC, 1994).

Las capturas de esta especie quedan incluidas en las de "otras especies" ya que su captura es incidental. Complementando esta información se presenta la distribución trimestral de las capturas de esta especie durante 1980-1983 a partir de información proveniente de la flota internacional (IATTC, 1992).

BONITO (*Sarda* spp.)

Existen dos especies de bonito que por su distribución pueden capturarse en aguas mexicanas (*S. orientalis* y *S. chiliensis*), pero en la actualidad ninguna de las dos especies han presentado capturas significativas para la flota atunera mexicana.

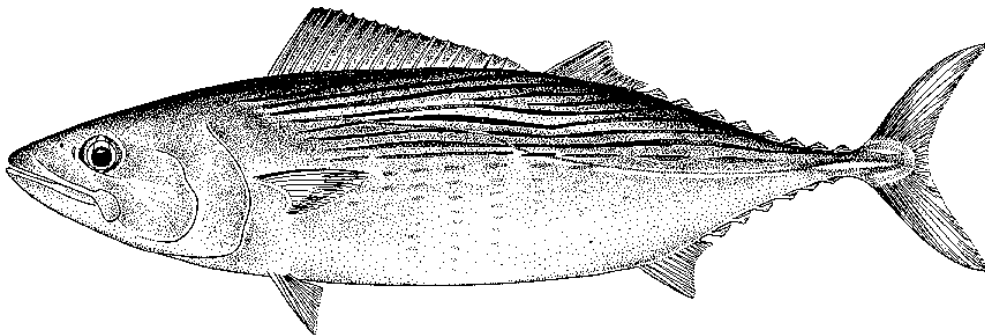
BONITO (*Sarda chiliensis*)

Restringida al Pacífico Oriental, su rango geográfico incluye a subespecies del norte y sur separadas por una población tropical (*S. orientalis*). La subpoblación del norte, *S. chiliensis lineolata*, ocurre desde Alaska hasta Cabo San Lucas e Islas Revillagigedo. Es una especie epipelágica y nerítica. En el hemisferio norte inicia el desove durante el mes de marzo y progresivamente hacia el norte en los siguientes meses, como función del incremento en la temperatura. Presenta desoves parciales. Los organismos maduros más pequeños registrados se encuentran entre 47 a 53 cm de longitud furcal (Collette y Nauen, 1983).

Kuo (1970) establece que en el hemisferio norte esta especie alcanza su madurez sexual a los 51 cm y a esta longitud se ha estimado que tiene una edad de cinco años. Las investigaciones realizadas sobre el desove de esta especie han definido que este se lleva a cabo de mayo a julio en el sur de California. Kuo establece que este evento puede llevarse a cabo de abril a agosto en el sur de Baja California.

Estos organismos se alimentan comúnmente de peces, cefalópodos y crustáceos (Yoshida, 1980). Respecto a las tallas, la máxima registrada en el hemisferio norte es de 102 cm con 11.3 kg. La captura de organismos marcadamente más viejos se ha registrado en aguas costeras del Pacífico mexicano (Yoshida, op. cit.).

La información existente de las áreas de pesca sería la presentada para "otras especies", ya que en la operación de la flota deportiva, pesquerías artesanales, u otro tipo de pesquerías que capturan esta especie no se tiene un adecuado registro de información.

BONITO (*Sarda orientalis*)

Esta especie se distribuye entre Cabo San Lucas e Islas Tres Marías hasta Islas Galápagos y el Golfo de Guayaquil. Se presenta en aguas de 13.5° a 23°C (Collette y Nauen, 1983). Radovich (citado por Yoshida, 1980) sugiere que esta especie se mueve hacia el norte a aguas de California en años cálidos, incrementando la población local existente en dicha zona.

La talla de primera madurez no ha sido claramente determinada, debido a que la población norte de *S. chilensis* se traslapa o esta muy cerca de la población de *S. orientalis*. Asimismo, la dificultad de identificar las larvas ha limitado la determinación de su periodo de desove (Yoshida, 1980). Se alimenta de peces, cefalópodos y crustáceos (Yoshida, op. cit.).

Se considera que la pesquería de este recurso no está bien desarrollada y todavía en la mayor parte de los lugares donde se distribuye (Yoshida, op. cit.).

ATÚN ALETA AZUL (*Thunnus thynnus*)

En el OPO, el atún aleta azul del norte es capturado entre Cabo San Lucas B.C.S. México y Punta Concepción, California, U.S.A. En años cálidos, los peces tienden a distribuirse hacia el norte, mientras que, en años con temperaturas por abajo de lo normal se distribuyen más al sur (Hester, 1961, citado por Bayliff, 1994).

Esta especie presenta migraciones trans-pacífico, es decir, del Pacífico Occidental al Pacífico Oriental. De acuerdo con Bell (1963; citado por Bayliff, 1994), el atún aleta azul del norte es frecuentemente encontrado en aguas con temperaturas superficiales entre 17° y 23°C.

Las zonas de desove registradas son en el Pacífico Occidental. En el Pacífico Oriental, sólo se ha registrado la presencia de larvas en las Islas Hawaianas (Miller, 1979). Harada (1980) establece que el desove del atún aleta azul se lleva a cabo cerca de los cinco años de edad y que las longitudes y pesos de estos peces son de aproximadamente 150 cm y 60 kg, respectivamente.

Su alimentación la constituye en más del 70% la anchoveta (*Engraulis mordax*), aunque también consume langostilla (*Pleuroncodes planipes*), calamar (*Loligo opalescens*) y otros. Forma cardúmenes algunas veces con albacora, aleta amarilla, patudo, barrilete y bonito.

El rango de tallas del atún aleta azul capturado por las artes de superficie durante 1992 fue de 55 a 100 cm, mientras que durante 1993 fue de 78 a 144 cm con un peso promedio de 15.7 y 23.4 kg respectivamente (IATTC, 1994). Se ha determinado que en la costa occidental de Baja California se presentan capturas importantes de mayo a octubre (Bayliff, 1994) (figs. 14a y 14b).

I.D. TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

Más del 95% de los túnidos capturados por las flotas comerciales se pescan por uno de estos tres métodos: cerco, vara o palangre (Joseph *et al.*, 1988). En la década de los ochenta, cuando estuvo en operación la flota palangrera dedicada a peces de pico, ésta capturó cierta proporción de túnidos y similares, sin embargo, en la actualidad volúmenes comerciales sólo se obtienen con cerco y vara.

El cerco es un sistema de pesca que depende de la tendencia de los atunes a formar cardúmenes. Las redes de estas embarcaciones aunque varían en tamaño y diseño tienen una estructura básica que consta de un paño largo rectangular compuesto de varias secciones con diferentes dimensiones de luz de malla, una relinga superior con flotadores y boyas cuya función es mantener la red a flote, una relinga inferior sobre la cual se colocan plomos, cadenas y argollas. Por las argollas

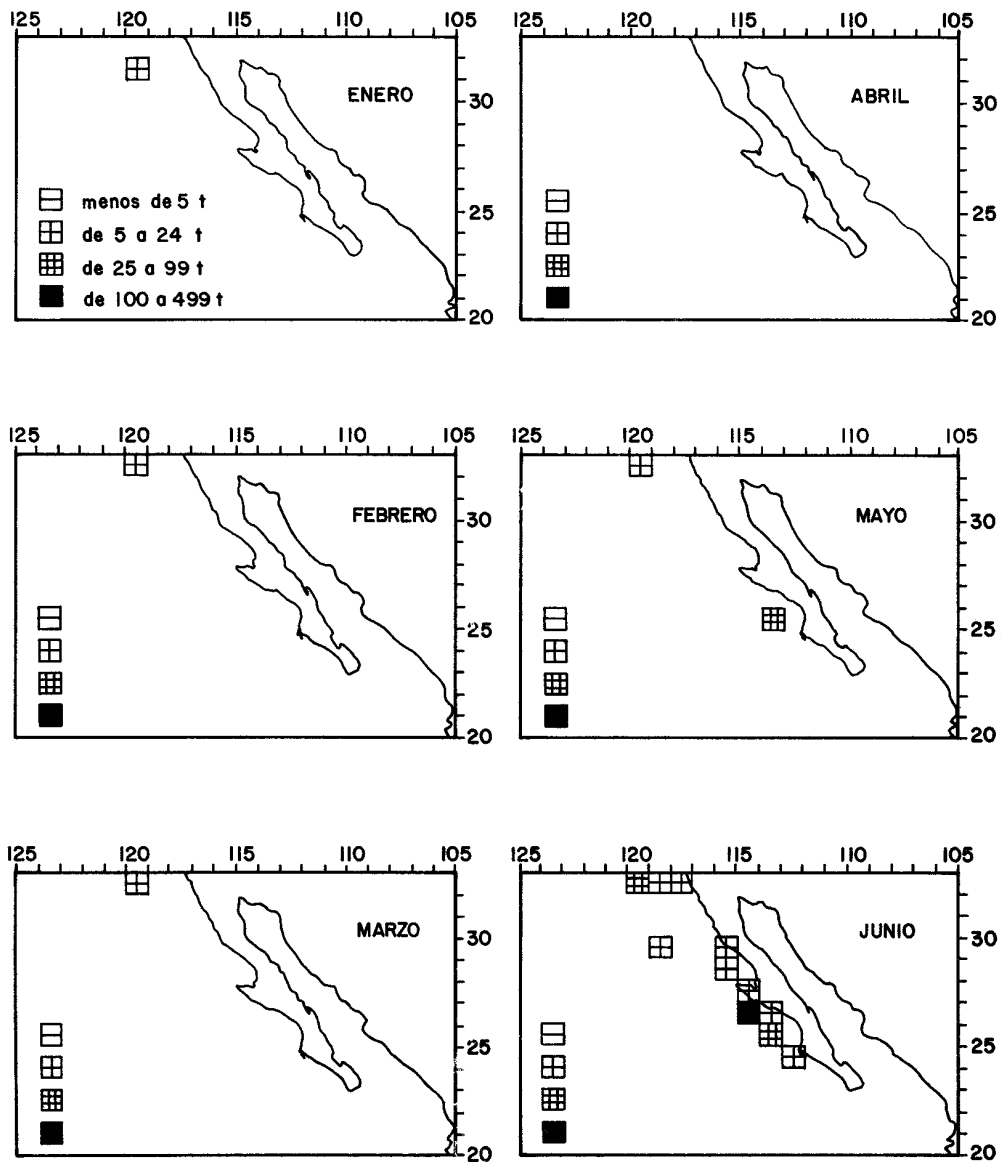


Figura 14a. Distribución promedio mensual de las capturas de atún en el Océano Pacífico Oriental 1980-1989 (tomado de Bayliff, 1994).

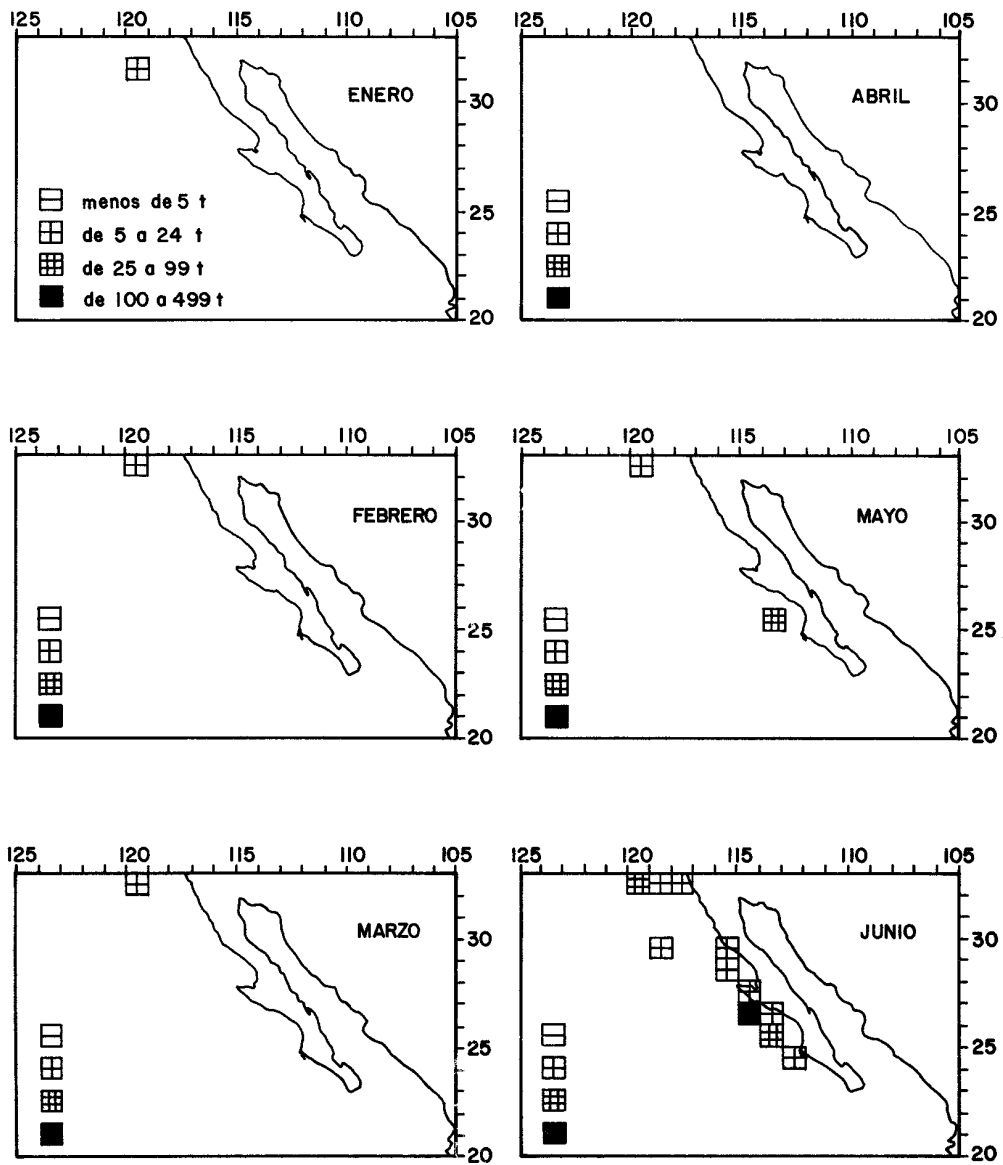


Figura 14b. Distribución promedio mensual de las capturas de atún en el Océano Pacífico Oriental 1980-1989 (tomado de Bayliff, 1994).

pasa un cable cuya función es la de cerrar la parte inferior de la red creando una bolsa donde el cardumen queda atrapado.

La maniobra de pesca puede describirse de la siguiente manera: una vez localizado el cardumen ya sea visualmente, mediante el uso de equipo electrónico o con ayuda de un helicóptero, de la embarcación se bota un pangón que jala un extremo de la red desplazándose circularmente alrededor del cardumen hasta pasar el extremo de la red al barco. Una vez completo el círculo se cierra la red en su parte inferior, jalando el cable que pasa por las argollas de la relinga inferior, evitando que los peces se escapen por el fondo. Con la ayuda de la pasteca hidráulica (Power Block) se empieza a cobrar la red reduciendo paulatinamente el tamaño de la bolsa, hasta que el cardumen se localiza en la "copa" de la red, que tiene una luz de malla mas pequeña. Cuando los peces están concentrados en la copa de la red, son pasados a las bodegas mediante el uso de una red de cuchara. La captura se conserva en salmuera a una temperatura que fluctúa entre -4°C y -7°C (Méndez, 1989).

La pesca con vara consiste de una caña de bambú o de otro material flexible de una longitud aproximada de 3 m con una línea y un señuelo artificial con plumas o con un anzuelo con carnada viva. Este tipo de pesca involucra la captura de grandes cantidades de carnada, tales como la sardina monterrey (*Sardinops sagax caerulea*), sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*), salema, anchoveta (*Engraulis* spp.), entre otras. Estas se mantienen vivas a bordo del barco en tanques por los que circula el agua de mar. Cuando se detecta un cardumen de atún los pescadores arrojan la carnada al mar para atraer a los atunes junto al casco del barco; el cardumen puede hacer caso omiso de la carnada y continuar su marcha o bien reaccionar vorazmente, lo cual es aprovechado por los pescadores para arrojar sus anzuelos. Una vez que los peces muerden el anzuelo, inmediatamente son sacados de un tirón fuera del agua y puestos en el barco (Shimada y Schaefer, 1956). El número de varas en la embarcaciones mexicanas es en promedio de 10 unidades.

El palangre es una técnica para capturar a profundidad, no se limita a zonas donde la capa de mezcla es estrecha, el barco palangrero, larga un aparejo que puede llegar a medir hasta 130 km. El palangre cuenta con boyas de flotación que están unidas al orinque y que conectan a la línea madre. La línea madre se coloca entre 10 y 30 m de profundidad; de la línea madre cuelgan los reinales que pueden llegar hasta los 100 reinales por km de longitud, conteniendo un anzuelo cada reinal. La distancia que separa un reinal del otro es variable, aunque normalmente es entre 40 a 60 m. La longitud de cada reinal (de donde prenden los anzuelos) es entre 10 y 30 m. El palangre de deriva es tendido normalmente por la tarde y se deja operando hasta el día siguiente, con una duración promedio de 18 horas (Méndez, 1989).

Siendo el cerco el arte de pesca más común y considerando que la pesca sobre atún asociado a delfines con este tipo de arte ha generado una serie de problemas (como el establecimiento del segundo embargo atunero aplicado por los Estados Unidos de América a México), se han incorporado mejoras al arte de pesca y cambios en la maniobra de captura con la finalidad de disminuir la mortalidad de delfines.

Con fecha 20 de mayo de 1991, se emitió un acuerdo que norma la operación atunera de cerco de bandera mexicana en el que se exige entre otras cosas, que la red de cerco cuente con un paño de seguridad (pañó Medina), el cual es una pieza de red con luz de malla no mayor de 32 mm que impide el enmallamiento de los delfines que resulten encerrados durante las maniobras de captura. También exige que se disponga de un mínimo de tres lanchas rápidas con equipo de radiocomunicación y motor en buenas condiciones equipadas con bridas y líneas de remolque, así como ganchos de cierre instantáneos para emplearse durante las maniobras, con el fin de evitar el desplome de la red y facilitar la liberación de los delfines. Se debe disponer de una balsa o plataforma y equipo de conservación subacuática, técnicamente utilizables con fines de

observación y rescate de delfines, así como de reflectores de largo alcance ante la eventualidad de requerir iluminar el canal de retroceso para orientar la salida de delfines.

Todas las embarcaciones de cerco, deberán ejecutar las maniobras de retroceso, es decir, dar marcha atrás a la embarcación, de manera sostenida e imprimiendo un movimiento ligeramente circular con el fin de que la forma del cerco se modifique y forme un canal en cuyo vértice se sumerja la línea de flotación para permitir que escapen los delfines. Queda prohibido la ejecución de lances nocturnos así como el uso de cualquier clase de explosivos durante todas las fases de lances con redes de cerco sobre atún asociado con delfines, incluyendo su uso desde balsas de salvamento, lanchas rápidas y helicópteros. Durante este tipo de lances, solo podrán utilizarse "bengalas submarinas", que emitan estímulos o señales ópticas exclusivamente, con el propósito de apoyar las labores tendientes a disminuir la captura incidental de delfines.

Con el propósito de complementar los esfuerzos realizados para desarrollar y consolidar la pesquería mexicana de atún, se concertó con el sector productivo el establecimiento del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de los Delfines (PNAAPD) de cuya formación se hace mención en el Diario Oficial del 20 de mayo de 1991. El PNAAPD junto con la oficina Atún- Delfín de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAIPE), han abocado parte de sus esfuerzos a mejorar el arte de pesca y en sí, el proceso de captura con la finalidad de disminuir al máximo la mortalidad de delfines. Para ello ha desarrollado proyectos de uso de sonidos, uso de bengalas submarinas, adaptaciones de una red rescatadora de delfines, así como mejoras a la red. Tomando en cuenta que prácticamente toda la mortalidad sucede durante la maniobra de retroceso por el embolsamiento de la red, se están probando redes de materiales que eviten este problema. Estos esfuerzos han dado como resultado una disminución considerable en la tasa de mortalidad de delfines la cual durante 1995 fue de 0.4 delfines por lance (Anónimo, 1995a, De Alba, 1993).

I.E. RÉGIMEN ACTUAL DE ADMINISTRACIÓN

Disposiciones jurídicas vigentes para la pesquería de atún

A la fecha existen dos disposiciones jurídicas en vigencia para la pesquería de los túnidos. Estas son una norma oficial para la regulación del aprovechamiento de los túnidos con redes de cerco y un aviso que establece la tasa máxima de captura incidental de delfines. Una segunda norma oficial para la expedición de certificados de los productos derivados de la pesquería se encuentra en proceso de formulación una vez que ya sea publicado el proyecto de norma y se hayan recibido los comentarios a la misma.

La Norma Oficial Mexicana que regula el aprovechamiento de los túnidos con redes de cerco es la NOM-001-PESC-1993, publicada el 31 de diciembre de 1993. La cobertura de esta norma abarca la pesca sobre túnidos con redes de cerco en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos y la pesca con embarcaciones de cerco con bandera mexicana en aguas internacionales y en aguas jurisdiccionales de otros países que se encuentren en el Océano Pacífico Oriental (entre los 23° 27' N y los 23° 27' S y hasta el meridiano de los 150° W).

Las principales características normativas se dividen en las de carácter general y las aplicadas a las embarcaciones que realicen lances sobre túnidos asociados a delfines. Entre las primeras resalta que:

1. Las especies comprendidas en la normatividad son el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), albacora (*Thunnus alalunga*), atún aleta azul (*Thunnus thynnus*)

orientalis), atún aleta azul del sur (*Thunnus macoyii*), patudo o atún ojo grande (*Thunnus obesus*) y barrilete negro (*Euthynnus linneatus*);

2. Los titulares de permisos o concesiones deberán participar en programas de investigación de las pesquerías de túnidos y de las poblaciones de delfines; y,

3. En todas las embarcaciones de la flota atunera mexicana de cerco con capacidad de bodega superior a 363 toneladas métricas (400 toneladas cortas) deberá ir a bordo un observador autorizado.

Por otra parte, entre las características normativas más importantes aplicadas cuando se realicen lances sobre túnidos asociados a delfines, se tiene:

1. Los requisitos que deben cumplir las unidades de pesca (vg. paño de seguridad, lanchas rápidas, reflectores de largo alcance, etc.);

2. La formación de un "Comité de Verificación", por parte de la Secretaría a cargo y con participación de representantes de la flota, para comprobar el estado físico de redes y equipo auxiliar;

3. El establecimiento de maniobras para la liberación de delfines cuando se efectúen lances sobre túnidos asociados a éstos;

4. La formación de un Comité de Expertos para evaluar el desempeño de la flota atunera mexicana; y

5. El establecimiento y publicación del límite máximo de captura incidental de delfines.

Aunado al cumplimiento de la norma oficial anteriormente descrita y emanado de la misma, aproximadamente cada seis meses se ha publicado la Tasa Máxima de Captura Incidental de Delfines durante las Operaciones de Pesca de Túnidos con Redes de Cerco en el Océano Pacífico Oriental. El valor de la tasa límite ha disminuido de cuatro delfines muertos por lance, en promedio para septiembre de 1992 a 1.5 desde junio de 1994. El aviso más reciente es el publicado en el mes de diciembre de 1995 con un valor de 0.5.

Por lo que respecta a las sanciones:

1. La Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), con base en las evaluaciones y calificaciones que realice el Comité, resolverá respecto de la suspensión temporal o definitiva de aquellos técnicos de pesca que tengan bajos niveles de desempeño en su actividad y en su caso establecerá los programas de capacitación a que deberán sujetarse para reincorporarse nuevamente a esta pesquería.

2. Se sancionará en los términos de la Ley de Pesca y su Reglamento, al titular de un permiso o concesión que obtenga una tasa promedio de pérdida incidental mayor a la establecida por la SEMARNAP.

Adicionalmente se encuentra en proceso de formulación una segunda norma oficial mexicana para regular la expedición de certificados de productos derivados de la pesquería del atún, como complemento de la primera norma descrita en este trabajo. El proyecto se publicó el 7 de septiembre de 1994 y la respuesta a los comentarios sobre su contenido, emanada de la consulta pública, se presentó el 10 de febrero de 1995. El contenido del proyecto de norma, que como tal no ha sido publicada todavía, se refiere al requerimiento a los procesadores, exportadores, importadores y comercializadores, de constatar que el producto cumpla con la normatividad en lo referente al límite máximo en la captura incidental de delfines y la presencia de observadores.

La Ley de Pesca contempla a los permisos, concesiones y autorizaciones como los mecanismos para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. La flota atunera funciona, principalmente, bajo el esquema de permisos los cuales tienen una duración máxima de cuatro años. Sin embargo,

durante el mes de enero del presente año, se publicaron las concesiones para la captura de diversas especies de túnidos con una duración de veinte años, la máxima permitida para captura por la Ley de Pesca (tab. 1). De vital importancia es el hecho de que tanto los permisos como las concesiones pueden ser transferidas, previo cumplimiento de ciertos requisitos establecidos en la Ley y su Reglamento.

Las autorizaciones aplican, para el caso de la pesquería del atún, en la pesca en alta mar o en aguas de jurisdicción extranjera con embarcaciones de matrícula y bandera mexicanas. El carácter de las autorizaciones es de intransferibles.

Tabla 1.- Concesiones otorgadas para la pesca de atún y similares, con duración de 20 años.

Empresa	Embarcación	Fecha
Sociedad Mercantil Pesca Azteca, S.A. de C.V.	Azteca 5 (cerco)	2/1/95
	Azteca 1 (cerco)	2/1/95
	Azteca 3 (cerco)	3/1/95
	Azteca 4 (cerco)	3/1/95
	Azteca 8 (cerco)	4/1/95
	Azteca 6 (cerco)	4/1/95
Sociedad Mercantil Mexatún, S.A. de C.V.	Convemar (cerco)	5/1/95
Sociedad Mercantil Supremos del Golfo y del Pacífico, S.A. de C.V.	El Quijote (cerco)	5/1/95
Sociedad Mercantil Pesquera Nair, S.A. de C.V.	Nair I (cerco)	6/1/95
	Nair II (cerco)	9/1/95
	Ofelia (vara)	9/1/95
Sociedad Mercantil Maratún, S.A. de C.V.	Maria Fernanda (cerco)	9/1/95
	Maria Verónica (cerco)	10/1/95

Implicaciones internacionales para la pesquería del atún

Internacionalmente, el principal problema que enfrenta la pesquería del atún es el embargo comercial establecido por los Estados Unidos con base en su legislación interna para la protección de los mamíferos marinos. A pesar de que el problema de la mortalidad incidental de delfines en las operaciones de pesca ha sido superado conforme se había planeado en un acuerdo internacional, y de que algunas de las disposiciones de la legislación estadounidense, que son torales en la sustentación del embargo, han sido encontradas como contrarias al GATT, por un panel establecido específicamente por dicho organismo para revisar la controversia entre México y Estados Unidos, no se ha logrado flexibilizar la posición estadounidense para el logro de un mejor entendimiento entre las dos naciones.

El embargo es consecuencia de una orden emitida por una corte de distrito estadounidense el 28 de agosto de 1990. Dicha resolución fue resultado de que la organización *Earth Island Institute* demandó a la Secretaría de Comercio estadounidense por no cumplir con las disposiciones del Acta de Protección a los Mamíferos Marinos, en lo referente a la captura incidental de mamíferos marinos en operaciones de pesca. Dejando a un lado el carácter contradictorio de la legislación norteamericana, la respuesta de México, a nivel interno e internacional, ha sido notable.

A nivel nacional la respuesta mexicana inició su fase política con el Código de Ensenada, donde establecía dentro de su agenda de 10 puntos, la cobertura total de observadores para la flota mexicana, el fortalecimiento a la investigación para abatir la captura incidental de delfines y penas más severas para quienes atenten contra los delfines (Anónimo, 1991a). La fase administrativa de la respuesta mexicana, incluyó modificaciones al Código Civil para la protección de los mamíferos marinos y las multas y sanciones administrativas más severas para la captura deliberada de mamíferos marinos fuera de las normas establecidas por la entonces Secretaría correspondiente. Además, a partir de entonces se han establecido Normas Oficiales para la captura de atún y minimizar la captura incidental de delfines durante las operaciones de pesca.

Dentro de los nuevos acontecimientos internacionales que le competen a la pesquería de pelágicos mayores en general y por ende a la pesquería de atún, se encuentra la firma del Acuerdo de Panamá y el Proyecto de Acuerdo sobre la Aplicación de las Disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar del 10 de Diciembre de 1982 relativas a la Conservación y Ordenación de las Poblaciones Transzonales y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios. El Acuerdo de Panamá establece que los lances no efectuados sobre delfín podrán ser comercializados como libres de delfín aunque esa misma embarcación efectúe otros lances sobre delfín, para lo cual se mantendrán en bodegas separadas. El proyecto de Acuerdo (Anónimo, 1995b), emanado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces cuyos Territorios se Encuentran Dentro y Fuera de las Zonas Económicas Exclusivas (Poblaciones de Peces Transzonales) y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios y que se abrió a firma el 4 de diciembre de 1995 (Anónimo, 1995c) establece, entre lo más sobresaliente, disposiciones más concretas en lo referente a:

- 1) la conservación y ordenación de poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios (Parte II);
- 2) los mecanismos de cooperación internacional (Parte III);
- 3) los deberes del Estado de pabellón (Parte V);
- 4) el cumplimiento y ejecución de las medidas de ordenación por parte de los Estados de pabellón (Parte VI);
- 5) las necesidades de los Estados en desarrollo (Parte VII); y
- (6) la solución pacífica de controversias (Parte VIII);

Normas de protección al industrial y al consumidor

Durante 1994 se establecieron dos importantes normas oficiales referentes a la comercialización de los productos derivados de la pesquería de atún. Esta regulación establece los requisitos de información comercial que deben presentar en la etiqueta los productos preservados de túnidos, tanto de origen nacional como extranjero en la que deben definir si son especies de atún incluyendo barrilete, o si se trata de bonito. Esta norma proporcionará al consumidor la información clara y verídica del producto que contiene la lata y de sus ingredientes. La otra norma regula la expedición de los certificados de los productos derivados de la pesquería del atún, que certifican que el atún ha sido capturado conforme a las disposiciones que norman el aprovechamiento de los túnidos asociados a las poblaciones de delfín. Esta norma también protege al industrial y al armador, ya que todo atún que no haya sido capturado cumpliendo con las regulaciones de protección de los delfines no podrá ser comercializado al no extenderse el certificado correspondiente. Esto evitará la introducción al país de atún o productos procesados del atún que no hayan sido capturados bajo las mismas condiciones de pesca responsable que la flota mexicana lleve al cabo (De Alba, 1995).

I.F. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES

Los sectores productivos participantes en ésta pesquería eran a mediados de la década de los años ochenta el privado, el público y el social, siendo los dos primeros los de mayor representatividad (Ortega-García, 1989). En la actualidad los propietarios de la mayoría de las embarcaciones y plantas procesadoras de atún son del sector privado, siendo menor del 10% la participación del sector social y nula la participación del sector público.

El sector empresarial se encuentra asentado principalmente en los puertos de Ensenada, B.C. y en el de Mazatlán, Sin. En el primero por su tradición histórica en la pesquería del atún y en el segundo como resultado del incremento en las descargas realizadas en los últimos años que lo han llevado a ser en la actualidad el principal puerto atunero. Por lo general la mayor parte de las empresas operan una y en menor proporción, dos embarcaciones. Son pocas las empresas de armadores que operan más de tres embarcaciones con el caso excepcional de Pesca Azteca que opera ocho embarcaciones. Es importante destacar el hecho de que algunas empresas procesadoras son propietarias de embarcaciones (aunque las manejan en forma independiente), con el fin de asegurar un abasto mínimo de materia prima así como un incremento en la eficiencia operativa.

I.G. VOLÚMENES Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN

La flota atunera mexicana de cerco ocupa desde 1986 el primer lugar en capacidad de acarreo, y desde 1988 en volúmenes de captura en relación a todas las flotas que participan en esta pesquería en el OPO (figs. 15 y 16). Las capturas por especie obtenidas por la flota mexicana durante 1992 se presentan en la tabla 2.

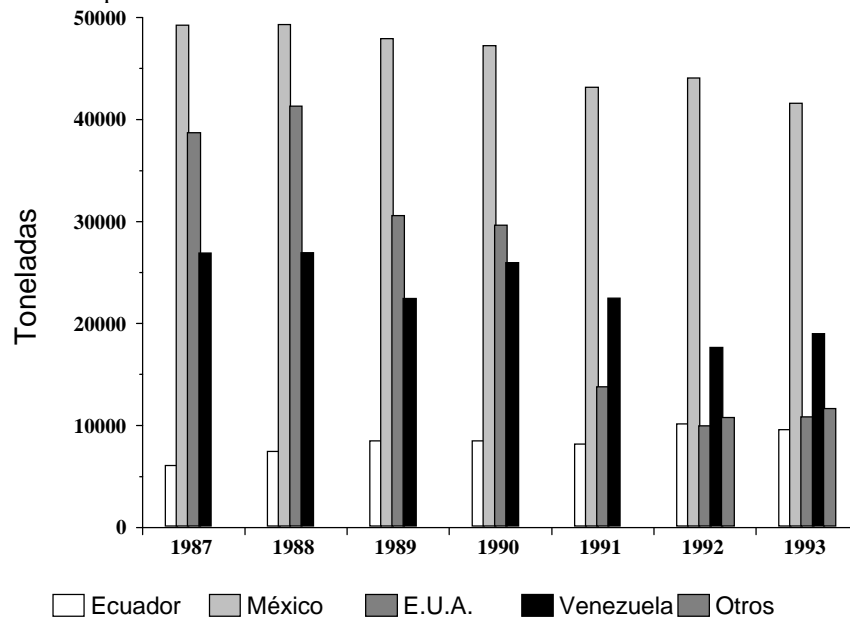


Figura 15. Capacidad de acarreo en toneladas métricas de las principales flotas de cerco que participan en la pesquería de atún en el OPO (tomado de IATTC, 1986; 1987; 1988; 1989; 1990; 1991; 1992; 1993; 1994).

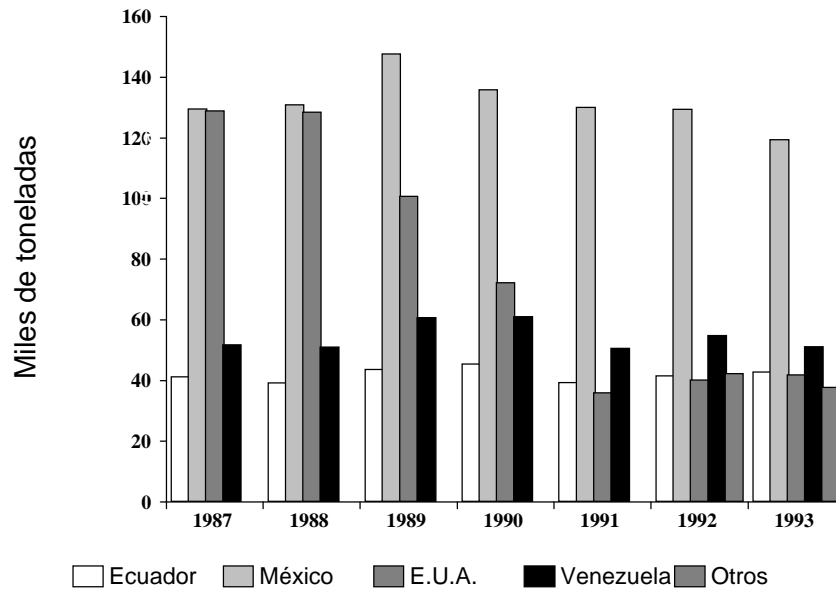


Figura 16. Volúmenes de captura en toneladas métricas obtenidas por las principales flotas de cerco que participaron en la pesquería de atún en el OPO durante 1989-1993 (tomado de IATTC, 1986; 1987; 1988; 1989; 1990; 1991; 1992; 1993; 1994).

Tabla 2.- Volúmenes de captura en toneladas métricas, de las especies más importantes de túnidos capturadas por la flota atunera mexicana en los años 1992-1994 (tomado de IATTC, 1993 y 1994).

Especie	1992	1993	1994(a)
Atun aleta amarilla	117235	101882	97680
Barrilete	10766	15250	15073
Patudo	171	1260	498
Bonito	34	242	5824
Aleta azul	0	0	29
Barrilete negro	22	1	0
Otras(b)	0	15	7
Total	128254	118650	119111

a = estimaciones preliminares; b = incluye especies de captura incidental, tales como macarelas, tiburones, etc.

El estado de Baja California Sur, ocupa el tercer lugar en cuanto al número de plantas, capacidad instalada y capacidad de frío de los estados que participan en el proceso industrial en esta pesquería en el océano Pacífico (Ortega-García *et al.*, en prensa). En este mismo sitio, se ha ubicado como Estado productor de atún enlatado en el Pacífico mexicano, con una producción estimada para 1994 de 1'830,000 cajas, equivalentes a poco más del 18% de la producción nacional (De Alba, 1995). Esta cifra representa un decremento del 10.9% con respecto a los volúmenes de 1993, año en que Baja California Sur fue el segundo productor nacional.

Las plantas enlatadoras en el Estado son: Productos Pesqueros de Bahía Tortugas; Productos Pesqueros de Matancitas, S.A. de C.V.; Conservera San Carlos, S.A. de C.V.; Productos Pesqueros de La Paz, S.A. de C.V. .La primera de éstas es operada por el sector social con la participación de las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera Emancipación, S.C.L., La Purísima, S.C.L. y Bahía Tortugas, S.C.L. En fechas recientes se ha tenido la participación de la empresa Pleamar S.A. de C.V. cuya producción en el Estado además de ser muy pequeña comparada con las otras plantas no ha sido constante.

La producción en número de cajas de los últimos cuatro años se muestra en la tabla 3. Durante 1994 se observa una disminución con respecto a 1993, debido a que las plantas de Productos Pesqueros de Bahía Tortugas y Productos Pesqueros de la Matancitas, S.A. de C.V. redujeron considerablemente sus operaciones. Durante 1993 la planta Productos Pesqueros de Bahía Tortugas, presentó dificultades en el suministro oportuno y constante de recursos básicos (agua potable, combustible, insumos, etc.) producto de su aislamiento. Esta problemática se reflejó en el desplome del volumen de producción de atún enlatado con una continua caída desde 1991. Productos Pesqueros Matancitas, que había mantenido un nivel de producción de 250,000 cajas en 1992 y 1993, redujo su volumen de producción en 1994 en un 60 % (De Alba, 1993, 1995). El valor de los volúmenes de producción se muestra en la tabla 4, mientras que el porcentaje de participación de Baja California Sur con respecto a la producción nacional se presenta en la figura 17.

Tabla 3.- Producción en número de latas (miles) de las plantas procesadoras de atún en Baja California Sur (tomado de De Alba, 1993, 1995).

Empresa	1991	1992	1993	1994 a
Productos Pesqueros de Bahía Tortugas	276	190	100	20
Productos Pesqueros de Matancitas, S.A. de C.V.	148	250	250	100
Conservera San Carlos, S.A. de C.V.	419	650	800	850
Productos Pesqueros de la Paz, S.A. de C.V	656	980	905	860
Total	1500	2070	2055	1830

a= estimaciones preliminares

Tabla 4.- Volumen de producción en peso vivo (toneladas) y valor (miles de pesos) de la pesquería de tónidos en Baja California Sur durante 1990-1994 (tomado de Anónimo, 1995d).

Año	Producción	Valor
1990	26429	50131
1991	27783	63450
1992	20411	59460
1993	21587	67000
1994	26332	95289

De acuerdo a De Alba (1995) la disminución de la producción en 1994 de las plantas en Baja California Sur fue debida a que las plantas de Matancitas y de Bahía Tortugas redujeron considerablemente sus operaciones este año, sumándose a esto una disminución de aproximadamente 100,000 cajas que presentó la Planta Productos Pesqueros de La Paz.

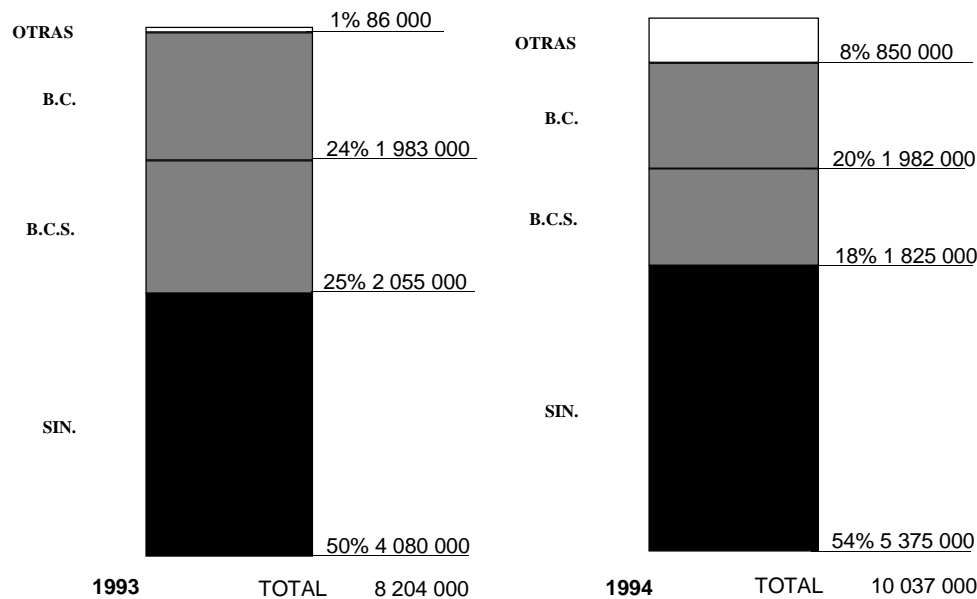


Figura 17. Participación productiva por entidad durante 1993 y 1994. OTRAS: Incluye Colima y Sonora. (tomado de De Alba, 1995).

I.H. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

El atún enlatado, procesado en las plantas ubicadas en Baja California Sur se destina en su mayoría al consumo nacional (tab. 5).

Tabla 5.- Destino del atún enlatado en las plantas procesadoras de Baja California Sur (tomado de Anónimo, 1991b).

	Productos Pesqueros de Bahía Tortugas	Productos Pesqueros de Matancitas	Conservera San Carlos	Productos Pesqueros de La Paz
Mercado local	a	5%	3%	10%
Mercado nacional	a	95%	97%	90%

a = no se tiene registro

El mercado externo ha cobrado gran importancia para el desarrollo de la pesca nacional, debido a que a nivel mundial se ha presentado un gran crecimiento de la demanda de estos productos. Al igual que la mayoría de las exportaciones mexicanas, la de atún se ha caracterizado por estar dirigida a un mercado principal, en este caso Estado Unidos, hecho que llevó a que su comportamiento se encontrara fuertemente influenciado por los movimientos del mercado de este país y por las decisiones unilaterales de los embargos de 1980 y 1990 impuestos a las exportaciones de atún (Yee, 1994).

El hecho de que en 1980 el principal comprador de atún fuera Estados Unidos y la aplicación del embargo en ese año, trajo consigo una paralización casi total de exportaciones, por lo que un gran esfuerzo en los años siguientes fue dedicado a la diversificación del mercado logrando en

1989 exportar 79,714 t; esto es, más del 50% de la producción total. No obstante que a partir de esta fecha las exportaciones disminuyeron, siendo más marcado este efecto en 1990 con la aplicación del segundo embargo. Esto se ha compensado con el incremento del consumo nacional el cual durante 1992, ubicó a México en el cuarto lugar a nivel mundial dentro de los principales países consumidores de atún (De Alba, 1993).

Durante el segundo semestre de 1993, se presentó una saturación de atún en las plantas y por consiguiente una sobreoferta, motivando que el precio por tonelada de atún aleta amarilla disminuyera hasta 700 dólares. Esta situación obligó a que varios barcos se mantuvieran en puerto para evitar un mayor desplome del precio del atún ya que no se tenía la oportunidad de exportar a Estados Unidos por el embargo, y a empacadoras de Italia, Francia y España por la medida comercial "Dolphin Save" (sólo compran atún capturado en lances sin delfines). Durante 1994 e inclusive durante 1995, la demanda del atún a nivel mundial y por tanto a nivel nacional fue muy alta incrementándose el precio del atún aleta amarilla entre 1200-1300 dólares; situación que provocó problemas financieros en algunas plantas para el pago oportuno de la materia prima. Durante 1994 hubo necesidad de importar atún tanto en lonjas como entero congelado para poder mantenerse en operación (De Alba, 1995).

La presentación del atún que se exporta comúnmente es fresco congelado. Dicha exportación ha disminuido en los últimos años continuando la tendencia de que el atún capturado por la flota mexicana tenga como destino, el propio mercado nacional. Los volúmenes de exportación de 1987 a 1992, se presentan en la tabla 6. En Baja California Sur., el atún es exportado a través de los Puertos de San Carlos y Pichilingue; en este último tanto del muelle fiscal como del puerto de altura.

Tabla 6.- Exportaciones de atún fresco congelado (toneladas) a los diferentes países compradores durante 1987-1992 (tomado de CANAIPE).

País	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Italia	61752	32621	41695	17689	17559	4200
Canadá	360	-	-	-	-	-
Costa Rica	750	1091	470	-	817	-
Puerto Rico y E.U.A.	7538	7441	7565	698	-	-
España	3329	629	840	3385	4776	-
Francia	293	-	1331	-	-	-
Japón	4655	22435	19582	5,264	2,121	1500
Tailandia	854	6123	-	3,460	-	-
Australia	-	-	110	-	-	42
Yugoslavia	120	-	787	-	-	-
Panamá	-	4760	7334	-	-	-
Colombia	-	-	-	-	6524	6021
No Determinado	-	-	-	-	4000	-
Total	79651	75100	79714	30538	35797	11721

Los restos de atún que no son utilizados durante el proceso de enlatado son utilizados en la elaboración de harina de pescado, la cual es utilizada para alimento de animales. El aceite se comercializa como aceite de pescado y es utilizado principalmente en la elaboración de pinturas industriales y derivados.

II. POTENCIAL

II.A. ESTIMACIONES DEL VOLUMEN POTENCIAL DE CAPTURA

Las capturas mundiales de atún aleta amarilla han superado a todas las demás especies de atunes excepto el barrilete desde hace muchos años, siendo la especie más importante capturada por la pesquería de superficie en el OPO. El personal de la CIAT ha utilizado varios modelos con estructura de edades y de producción para evaluar el efecto de la pesca sobre la abundancia del aleta amarilla en el OPO y determinar la condición actual del recurso. Con base en estas estimaciones y con el objetivo de recomendar las medidas de conservación apropiadas para que el stock pueda mantenerse a niveles que permita las capturas máximas sostenibles, esta Institución ha propuesto cuotas de captura para esta especie, aunque en los últimos años dichas cuotas no han entrado en vigor. Para 1993 la cuota sugerida fue de 250,000 t.

En el OPO la zona comprendida desde la boca del Golfo de California, Islas Marías e Islas Revillagigedo ha sido definida como de alta abundancia de atún aleta amarilla (Allen y Punsly, 1984; Ortega-García, 1989), por lo que la cercanía a esta área hace que el estado de Baja California Sur sea de gran importancia en esta pesquería. De acuerdo con los registros de la CIAT, en promedio durante un período de casi 15 años más del 40% de los cuadrantes de un grado que cubren el área de operación de la flota en el noroeste de México son de mediana y alta intensidad, tanto para atún aleta amarilla (fig. 18) como para barrilete (fig. 19) .

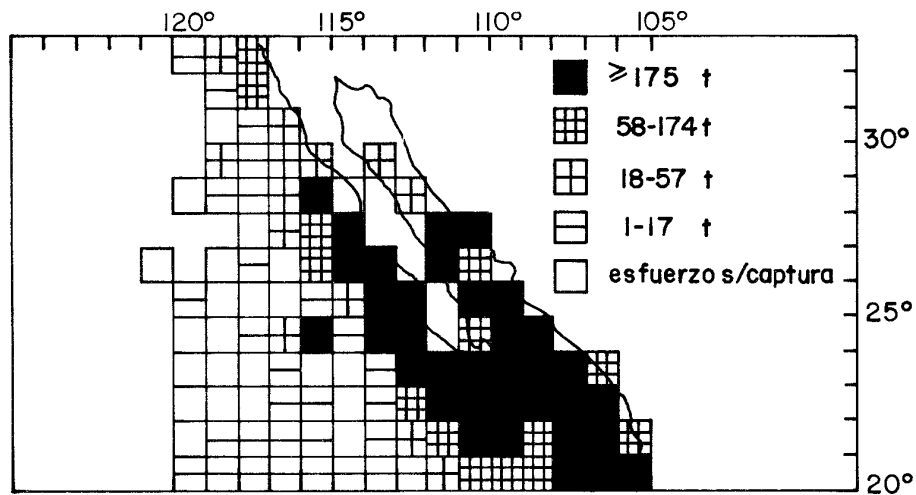


Figura 18. Capturas promedio anuales de atún aleta amarilla en el noroeste de México durante 1979-1992 (tomado de IATTC, 1993).

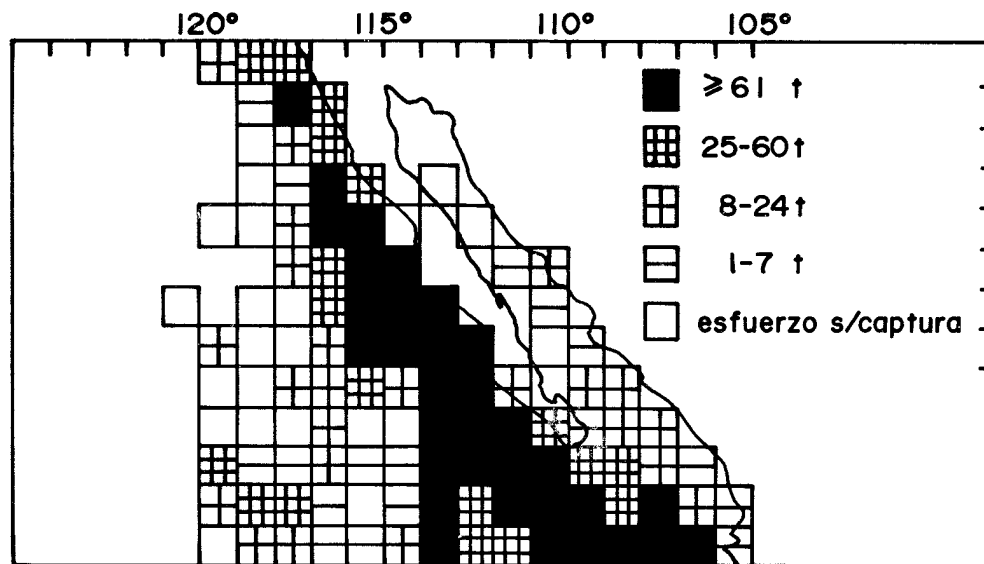


Figura 19. Capturas promedio anuales de barrilete en el noroeste de México durante 1979-1992 (tomado de IATTC, 1993).

Considerando los valores promedio, esto implica que alrededor del 10% del atún aleta amarilla capturado en el OPO, se extrae de esta zona. Sin embargo, es importante tener presente que si bien la mayoría del barrilete capturado en esta área son organismos maduros, es decir mayores de 40-50 cm este no es el caso del atún aleta amarilla ya que en esta zona se capturan organismos jóvenes, de tallas menores a los 100 cm, a la cual se ha reportado alcanzan la madurez sexual. Algunos estudios han considerado esta área como de alimentación y crecimiento de atunes jóvenes.

Con respecto al barrilete se sabe que existe una población en el Pacífico central y que parte de esta migra hacia las Islas Revillagigedo, Golfo de California y costa occidental de Baja California. Los peces que llegan a esta zona tienen aproximadamente de 1 a 1.5 años y regresan al Pacífico central después de varios meses o cuando tienen 2 o 2.5 años aproximadamente. Mediante estudios de marcado se ha estimado que el barrilete migra de las Islas Revillagigedo a Cabo San Lucas Baja California Sur durante mayo-junio, estando presente en la costa occidental de Baja California durante mayo-septiembre. A nivel mundial el barrilete es el túnido que se captura en mayor volumen mientras que en la pesquería mexicana de cerco participa de un 10% a un 15% de la captura total. Se considera importante la evaluación del potencial disponible de esta especie, lo que permitiría incrementar las capturas de este recurso.

II.B. LIMITANTES DETECTADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

Recientemente, se han incorporado a la pesquería cinco embarcaciones con una capacidad menor de 200 t que antes operaban en la pesca de sardina y/o anchoveta, y que cuentan con sistema de refrigeración. Estas embarcaciones están operando principalmente en el Golfo de California, costa

occidental de Baja California y en las proximidades de las Islas Revillagigedo y a diferencia de los grandes barcos atuneros, son menos selectivos en cuanto a la especie que capturan, es decir, mientras que el objetivo de los barcos grandes es el atún aleta amarilla, las embarcaciones menores capturan mayormente otras especies como el barrilete y el bonito. Estas embarcaciones descargan su producto en los puertos de San Carlos, La Paz, y en fechas recientes en el puerto de Guaymas. La duración de los viajes de estos barcos es generalmente menor de una semana.

Durante 1995 también se tuvo la operación de otras unidades sardineras con capacidad de acarreo que fluctúa entre 60 y 220 t y que realizaron de uno a ocho viajes cuyo objetivo fue la captura de atún.

Debido a la cercanía del recurso y a la ubicación de los puertos de descarga la duración de los viajes es corta, por lo que podrían ser más eficientes si este flujo de operaciones fuera continuo, es decir con una pérdida mínima de estancia en puerto. Considerando la eficiencia en la descarga como el cociente entre la captura descargada y el número de días de estancia en puerto, el puerto de San Carlos es uno de los más eficientes y el puerto de Pichilingue no presenta problemas de descarga (Ortega-García *et al.*, en prensa) por lo que el objetivo anterior podría lograrse.

En general existe una subutilización de la capacidad de proceso instalada en las plantas atuneras de aproximadamente un 50% (De Alba, 1995; Ortega-García *et al.*, en prensa). El tratar de incrementar la producción involucraría la evaluación de otro tipo de aspectos como la demanda del producto, contratación de personal, diversificación del producto, campañas para incrementar el consumo interno, etc.,. Sin embargo de poder hacerse, una limitante es la poca capacidad de almacenaje de los frigoríficos ubicados en la región. El logro de una mayor eficiencia operativa de las embarcaciones aunado a una mayor capacidad de frío mantendría el suministro de materia prima a lo largo del año aún en épocas como la de cuaresma, en la que la demanda del producto es mayor.

Si esto se diera podrían capturarse especies como el bonito, presente estacionalmente en el área, o barrilete en las épocas cuando éste fuera mas abundante. Como ya se mencionó, el atún aleta amarilla que se captura en el área es mas pequeño que en otras zonas de pesca, por lo que el rendimiento procesando barrilete o bonito (especies de menor talla), de acuerdo a la opinión del personal de producción, no sería significativamente diferente.

En Bahía Tortugas convendría la planificación de un desarrollo en infraestructura portuaria, ya que se carece de muelle pesquero. Por ello las descargas se realizan mediante el traslado del producto en embarcaciones de poco calado conocidas como "anfíbios", lo cual sin duda disminuye la eficiencia de descarga. Desde el punto de vista social la planta instalada en este puerto es importante, por lo que sería benéfico contar con una mejor infraestructura de apoyo.

Otra limitante en el Estado es la falta de astilleros, por lo que los barcos con alguna descompostura deben mantenerse en muelle hasta que se obtienen las piezas y personal especializado para su reparación ya sea en Mazatlán, Ensenada o San Diego, lo cual involucra pérdidas económicas sustanciales.

En la actualidad la demanda nacional de atún es cada día mayor, ya que comparativamente el precio del atún es bajo además de su alto valor protéico. Sin embargo, se considera importante impulsar la captura de otras especies de túnidos, ya que es previsible que cuando el embargo atunero sea levantado la producción no podrá satisfacer la demanda nacional, ya que el atún aleta amarilla (que de las especies que captura la flota mexicana es la de mayor demanda en el mercado internacional) será puesto en el mercado internacional por los productores debido a los precios más atractivos.

II.C. SUGERENCIAS SOBRE MODIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

Por las características oceanográficas del Océano Pacífico Oriental así como las de distribución y biología del recurso, las artes de superficie se consideran las mejores para la pesca del atún en esta área. En el caso de las redes de cerco, uno de los problemas es la captura incidental de delfines para lo cual se implementó el paño medina, se disminuyeron los lances nocturnos, se ha exigido la maniobra de retroceso así como el uso de la lancha rescatadora, etc. El PNAAPD ha desarrollado diversos proyectos con la finalidad de romper la asociación atún-delfín, ha mantenido junto con el programa de la CIAT una vigilancia y seguimiento de las operaciones de pesca mediante observadores a bordo de los barcos atuneros, etc., logrando que este problema se haya minimizado substancialmente por lo que en la actualidad se considera como superado, de acuerdo a las estimaciones presentadas por PNAAPD y por la misma CIAT. Además, estudios recientes han demostrado que la solución alternativa de capturar mas sobre objetos flotantes no es una buena opción debido a las tallas y a la gran variedad de especies que se capturan en forma incidental en este tipo de pesca.

No obstante las ventajas del uso de la red de cerco para el desarrollo de la pesquería en zonas más costeras, debiera impulsarse el uso de embarcaciones vareras no sólo para pescar atún para enlatado, sino para abastecer el mercado nacional e internacional de comida japonesa, principalmente de atún aleta azul y aleta amarilla. Uno de los mercados fuertes es precisamente el japonés, ya que no obstante ser el principal productor de atún en el mundo, importa volúmenes considerables del mismo; absorbiendo en promedio del 30% al 35% de la producción mundial anual. A diferencia del mercado norteamericano de atún, cuyo consumo es en su mayoría enlatado (aceite o agua), el consumo de atún en Japón es esencialmente crudo. Las formas en que se consume son "sashimi" (rebanadas finas de atún) o en "katsubushi" (atún seco utilizado en la elaboración de sopas). Las características del consumo del atún crudo en el Japón obliga a que la calidad del producto sea superior y en consecuencia, los precios son sustancialmente mayores que en otros mercados mundiales (Méndez ,1989)

II.D. COMENTARIOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTORES

La ordenación pesquera, para ser eficaz, debe contemplar la unidad de población en toda su zona de distribución y tener en cuenta todas las extracciones, sobre todo en este tipo de especies altamente migratorias. Por tanto, es necesario evaluar los efectos de la pesca así como el que los factores ambientales tienen sobre las poblaciones de la principales especies objeto de la pesquería.

Hasta la fecha es la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), la que se ha encargado de recomendar las medidas de conservación apropiadas para que los stocks de peces puedan mantenerse a niveles que permitan las capturas máximas sostenibles. Para ello se ha abocado al estudio biológico de los atunes y especies afines en el Océano Pacífico Oriental, para determinar los efectos que la pesca y los factores naturales tienen sobre su abundancia. Para lograrlo, la CIAT lleva un control de los registros de captura y esfuerzo de todas flotas que participan en esta pesquería en el Pacífico oriental. México se afilió a esta Comisión en 1964 pero se retiró en 1978 debido a problemas sobre la asignación de las cuotas de capturas (IATTC, 1994).

El personal de la CIAT recomendó una reglamentación para el atún aleta amarilla por primera vez a principios de la década de los años sesenta, y la pesca fue reglamentada desde 1966 hasta 1979. Desde mediados de los años años setenta hasta principios de los años ochenta, grandes porciones de esfuerzo de pesca fueron dirigidos hacia aleta amarilla más pequeños, llevando a capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) más bajas a fines de los años setenta y principios de los ochenta. Durante 1982 y 1983, ocurrió un fuerte evento de El Niño, el que dificultó la captura del recurso ocasionando que muchos barcos se trasladasen al Océano Pacífico Occidental. La reducción del esfuerzo de pesca resultó ser beneficioso para la condición del stock y las CPUE se incrementaron a mediados de la década de los 80. Desde entonces el esfuerzo ha permanecido por debajo del nivel de mediados de los años 70 a principios de los 80, y las CPUE han permanecido altas (IATTC, 1994)

Considerando que un muestreo mayor de la población dará una estimación más confiable de la abundancia de la misma, la evaluación de la CIAT sobre el recurso sería mejor que la estimación basada en el muestreo de una única flota, en este caso la mexicana. Sin embargo, es necesario tener una adecuada base de datos de la información de bitácoras y de registros de las embarcaciones que pescan atún en México, no solamente de la flota atunera de cerco, sino también de la flota de vara, deportiva y artesanal, que permita estimar la variación del recurso mismo dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). Además hay que considerar que el establecimiento de la ZEE se realizó bajo el principio del aprovechamiento óptimo de los recursos vivos, es decir, si no se tiene la capacidad de extraer los recursos propios se debería permitir el acceso a embarcaciones extranjeras para capturar los excedentes. No obstante que la capacidad de la flota mexicana se considera suficiente para capturar los recursos dentro de la ZEE y que Estados Unidos no considera esta soberanía para las especies altamente migratorias; es necesario una estimación global del potencial en aguas mexicanas para lo cual se requiere información sobre la pesquería lo más completa posible.

II.E. MODIFICACIONES REQUERIDAS POR EL ACTUAL RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN

No obstante que en la última década la abundancia relativa del atún aleta amarilla está en un nivel de abundancia por encima del óptimo, existe la posibilidad de reducir el potencial del recurso si el esfuerzo de pesca es excesivo. Para evitar esto es necesario evaluar continuamente el recurso, e impulsar la captura de otras especies tales como el barrilete o el bonito, que hasta ahora han sido subexplotadas o han formado parte de la captura incidental, pero que pudieran contribuir en mayor medida a las capturas. Para ello es importante la evaluación estos recursos que nos permita el desarrollo de su pesquería bajo un régimen de pesca responsable.

Como una parte básica que conlleve a este proceso, se requiere tener mayor control de los registros de bitácoras tanto de la flota de cerco como la de vara, así como establecer este tipo de registro tanto en la pesca deportiva como en la artesanal, y de investigaciones dedicadas a estos recursos.

II.F. REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA Y DE CAPACITACIÓN

En cuanto a la captura del recurso, los pescadores mexicanos tienen una gran experiencia que ha consolidado a la flota como la primera en el OPO, por lo que no se considera necesario una mayor capacitación. Más que esto lo que se considera necesario es el establecimiento de una estrategia de pesca entre las embarcaciones que pueda incrementar su eficiencia, y evitar posibles interacciones o competencia entre ellas por el recurso. El precio que se paga por el atún aleta amarilla es mayor que para las otras especies, sin embargo la abundancia de las otras especies durante ciertas épocas del año y en áreas cercanas a la costa puede ser un atractivo importante para que las embarcaciones de menor autonomía puedan dedicarse a su captura.

Uno de los aspectos para lo cual sí se hace necesaria la capacitación de pescadores así como un estudio de mercado, es la captura de atún para su uso en la elaboración de comida japonesa. Aunque en México no se tiene costumbre alimentaria de este tipo de producto, en las principales ciudades del país la demanda por este tipo de presentaciones se ha incrementado; además se tiene la cercanía de un mercado altamente consumidor como lo es Estados Unidos, e inclusive el mismo Japón, país en el cual la demanda del recurso es tal, que requiere importar el recurso ofreciendo muy buenos precios.

Otro de los aspectos al que debiera dedicarse un mayor esfuerzo, ya que en parte de eso depende la demanda de la materia prima, es que las plantas diversifiquen sus procesos para obtener diferentes presentaciones de atún (ahumado, en lonjas, molido, etc.), junto con una buena campaña publicitaria. Otro aspecto de gran importancia es incrementar el control de calidad tomando en cuenta las normas necesarias para la exportación de enlatado, ya que hasta la fecha solo se exporta el atún fresco congelado. En cuanto al procesamiento del recurso se ha detectado una demanda de personal calificado y de mano de obra en épocas como la cuaresma.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVERSON, F.G. & C.L. PETERSON. 1963. Synopsis of biological data on bigeye tuna *Parathunnus sibi* (Temminck and Schlegel, 1844). *FAO Fish. Rep.* 2 (6): 482-514.
- ALLEN, R., & R. PUNSLEY. 1984. Catch rates as indices of abundance of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Eastern Pacific Ocean. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 18(4): 303-79.
- ANÓNIMO. 1991a. Protección al Delfín. *Documento Interno. SEPESCA.* México.
- ANÓNIMO. 1991b. Infraestructura industrial y portuaria de la pesquería de Atún en el noroeste de México. *Documento Interno. CICIMAR.* IPN.
- ANÓNIMO. 1995a. Informe global de actividades diciembre 1991-enero 1995; del programa nacional para el aprovechamiento del atún y la protección de los delfines. *Documento Interno.* Ensenada, Baja California. Marzo 1995.
- ANÓNIMO. 1995b. Proyecto de Acuerdo sobre la Aplicación de las Disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar del 10 de diciembre de 1982, relativas a la Conservación y Ordenación de las Poblaciones Transzonales y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios. A/CONF.164/33.1995.

- ANÓNIMO.1995c. A summary of the final session of the conference on straddling fish stocks and highly migratory fish stocks. *Earth Negotiations Bull.* 1995. 7(54): 1-12.
- ANÓNIMO. 1995d. Breviario del sector pesquero de B.C.S. *Documento Interno. Direc. Fomento Pesq.* Edo. B.C.S.
- ANÓNIMO.1995e. Acta de la 55 Reunión de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Jolla, Cal. EE.UU. 1995.
- BARKLEY, R.A., W.H. NEILL & R.M. GOODING. 1978. Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, habitat based on temperature and oxygen requirements. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull.* 76(3): 653-662.
- BAYLIFF, W.H. 1980. Synopsis of biological data on the northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758), in the Pacific Ocean. *Spec. Rep. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* (2): 261-93.
- BAYLIFF, W.H. 1994. A review of the biology and fisheries for northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Pacific Ocean. *FAO Fish. Tech. Pap.* 336(2): 244-295.
- BLACKBURN, M. 1965. Oceanography and the ecology of tunas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 3: 299-322.
- BROADHEAD, G.C. & I. BARRET. 1964. Some factors affecting the distribution and apparent abundance of yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Pacific Ocean. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 8(8): 417-473
- BROCK, V.E. 1959. The tuna resource in relation to oceanographic features. *U.S. Fish Wildl. Serv. Circ.* 65: 1-11.
- CALKINS, T.P. & W.L. KLAWE.1963. Synopsis of biological data on black skipjack *Euthynnus lineatus* Kishinouye, 1920. *FAO Fish. Rep.* 2(6): 130-146.
- COLE, J.S. 1980. Synopsis of biological data on yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), in the Pacific Ocean. *Spec. Rep. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 2: 71-150.
- COLLETE, B.B. 1978. Adaptions and systematics of the mackerels and tunas. 7-39. *En: Sharp, G.D. & A.E. Dizon. The Physiological Ecology of Tunas.* Academic Press. New York.
- COLLETE, B.B. & E.C. NAUEN.1983. An annotated and illustrated catalogue of tunas, makcarels, bonitos and related species known to date. *FAO Fish. Synop.* 125(2): 137 pp.
- DE ALBA, C. 1993. Análisis de la actividad de la industria procesadora de atún enlatado localizada en el litoral del pacífico Mexicano durante los años 1991 y 1992. Ensenada, México. *Cámara Nacional de la Industria Pesquera.*
- DE ALBA, C. 1995. Producción de la industria procesadora de atún enlatado localizada en el litoral del Océano Pacífico mexicano durante los años de 1993 y 1994. Ensenada, México. *Cámara Nacional de la Industria Pesquera.*
- FORSBERGH, E.D. 1980. Synopsis of the biological data on the skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus,1758). in the Pacific Ocean. *Spec. Rep. Inter-Am. Trop. Tuna Comm.* 2: 295-360.
- GALVÁN-MAGAÑA, F.1989. Composición y análisis de la dieta del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Océano Pacífico mexicano durante el periodo 1984-1985. *Tesis Maestría. CICIMAR.* IPN. 86 pp.
- GONZÁLEZ, P.G. & M. RAMÍREZ. 1989. Zonas y épocas de reproducción del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Pacífico Mexicano. *Inv. Mar. CICIMAR.* 4(2): 201-209.

- HARADA, T. 1980. Development and future outlook of studies on the aquaculture of tunas. Maguro Gyogyo Kyogikai Girono, Suisancho-Enyo Suisan Kenkyusho. *Proc. Tuna Fish. Res. Conf.* Japan Fisheries Agency-Far Seas Fisheries Research Laboratory. 50-(8).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1987. Annual Report. 1986. 264 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1988. Annual Report. 1987. 222 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1989. Annual Report. 1988. 288 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1990. Annual Report. 1989. 288 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1991. Annual Report. 1990. 261 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1992. Annual Report. 1991. 271 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1993. Annual Report. 1992. 315 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1994. Annual Report. 1993. 316 pp. (In English and Spanish).
- INTER AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. 1995. Annual. 1994. 296 pp. (In English and Spanish).
- JOSEPH, J., W. KLAWE & P. MURPHY. 1988. *Tuna and Billfish: Fish Without a Country.* *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 69 pp.
- KEARNEY, R.E. 1978. Some hypothesis on skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the Pacific Ocean. *South Pac. Comm. Occ. Pap.* 7: 23 pp.
- KIKAWA, S. 1962. Studies on the spawning activity of pacific tunas. *Parathunnus mebachi* and *Neothunnus macropterus*. By the gonad index examination. *Occ. Rep. Nankai Fish. Reg. Lab.* 1: 43-56.
- KLAWE, W.L. 1963. Observations on the spawning of four species of tuna (*Neothunnus macropterus*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* and *Euthynnus lineatus*) in the Eastern Pacific Ocean, based on the distribution of their larvae and juveniles. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 6(9): 447-540.
- KLAWE, W.L. 1977. What is tuna?. *Mar. Fish. Rev.* 39(11): 1-5.
- KLAWE, W.L., J.J. PELLA & W.S. LEET. 1970. The distribution, abundance and ecology of larval tunas from the entrance to the Gulf of California. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 14(4): 505-544.
- KUO, C.M. 1970. Taxonomic, growth, and maturation studies on the bonitos of the temperate Eastern Pacific Ocean. *PhD. Thesis. Univ. Calif. San Diego.* 321 pp.
- LAEVASTU, T. & H. ROSA. 1963. Distribution and relative abundance of tunas in relation to their environment. *FAO. Fish. Rep.* 6(3): 1835-1851.

- MATSUMOTO, W.M., R.A. SIKILLMAN & A.E. DIZON. 1984. Synopsis of biological data on skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*. *NOAA Tech. Rep. NMFS Circ.* 451: 92 pp.
- MÉNDEZ, C.O.R. 1989. Abastecimiento de atún, problemática actual y perspectivas futuras. *Tesis Prof. Depto. Ing. Pesq.* UABCS. 148 pp.
- MILLER, J.M. 1979. Nearshore abundance of tuna (Pices: Scombridae) larvae in the Hawaiian Islands. *Bull. Mar. Sci.* 29(1): 19-26.
- MUHLIA-MELO, A.F. 1980. Synopsis of biological data on the black skipjack tuna, *Euthynnus lineatus* Kishinouye, 1920. *Spec. Rep. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* (2): 361-394.
- ORTEGA-GARCÍA, S. 1989. Análisis y normalización del esfuerzo de pesca de la flota atunera mexicana de cerco y vara que opera en el Océano Pacífico Oriental. *Tesis Maestría. CICIMAR.* IPN. 94 pp.
- ORTEGA-GARCÍA, S., M. CASAS-VÁLDEZ & P. GONZÁLEZ-RAMÍREZ. (en prensa). Análisis de infraestructura industrial y portuaria de la pesquería de atún en el Pacífico mexicano. *Acta Mexicana de Ciencia y Tecnología.* XII (42):
- ORTEGA-GARCÍA, S. & V.M. GOMÉZ-MUÑOZ. 1992. Standardization of fishing effort using principal component analysis of vessel characteristics: the Mexican tuna purse-seiners. *Scientia Marina.* 56(1): 17-20.
- POWER, H.J. & M.L. NELSON. 1991. Satellite observed sea-surface temperatures and yellowfin tuna catch and effort in the Gulf of México. *Fish. Bull.* 89: 429-439.
- SHARP, G.D. 1978. Behavioral and physiological properties of tunas and their effects on vulnerability to fishing gear. 397-449. *En: Shap, G.D. & A.E. Dizon. (Eds). The Physiological Ecology of Tunas.* Academic Press. New York.
- SHIMADA, B.M. & M.B. SCHAEFER. 1956. A study of changes in fishing effort, abundance, and yield for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 1(7): 351-469.
- SHINGU, C., P.K. TOMLINSON & C.L. PETERSON. 1974. A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean, 1967-1970. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 16(2): 65-230.
- SUZUKI, Z., P.K. TOMLINSON & M. HONMA. 1978. Population structure of Pacific yellowfin tuna. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 17(5): 273-441.
- WILLIAMS, F. 1970. Sea surface temperature and the distribution and apparent abundance of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the Eastern Pacific Ocean, 1951-1968. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 15(2): 229-281.
- YEE, S.M.E. 1994. Determinantes de la exportación de atún en México. 1977-1991. *Tesis Maestría. Colegio de la Frontera Norte.* 109 pp.
- YOSHIDA, H.O. 1980. Synopsis of biological data on bonitos of the genus *Sarda*. *FAO Fish. Synop.* 118: 50 pp.
- YUEN, H.S.H. 1959. Variability of skipjack response to live bait. *U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull.* 60(162): 147-160.

PESQUERÍA DEPORTIVO - RECREATIVA

Alexander Klett Traulsen, Germán Ponce Díaz y Sofía Ortega García

RESUMEN

Los recursos que sostienen la pesca deportivo-recreativa en el Estado de Baja California Sur son principalmente los marlines rayado, negro y azul, y el pez vela. Esta actividad se restringe a aquella que se realiza mediante el uso del arte de pesca conocido como caña y carrete, generalmente desde una embarcación, y con fines de esparcimiento. En las áreas de Los Cabos y Buenavista opera una flota deportiva de alquiler de aproximadamente 280 embarcaciones. El desarrollo de esta pesquería ha generado un impacto económico estimado en 54 millones de dólares anuales, considerando los gastos realizados en giros como: servicios de taxidermia, ahumado y fileteado, provisión de carnada, y venta de artículos para la pesca deportiva, transporte, hospedaje y alimentación. En general, la especie dominante en la captura de especies de pico es el marlin rayado que contribuye aproximadamente con el 80% de la captura total de peces de pico en la zona de Los Cabos, y el 45% en el área de Buenavista. Los índices de captura deportiva en esta región se reportan como los más altos a nivel mundial. La captura anual de estos recursos en las áreas de Los Cabos y Buenavista B.C.S., se ha estimado en alrededor de 17000 peces picudos y 54000 ejemplares de pesca menor. Sin embargo, el potencial pesquero del recurso no ha podido ser calculado debido a diversas limitaciones. Con base en el seguimiento de los índices de abundancia relativa de los recursos destinados a la pesca deportiva, se concluye que las especies de mayor importancia para la pesquería deportiva de la región se encuentran en una condición estable, e incluso presentan una tendencia ascendente, al menos durante la etapa más reciente de su seguimiento.

I. CARACTERÍSTICAS ACTUALES

I.A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PESQUERÍA

En el presente trabajo, el concepto de pesca deportiva se restringe a aquella que se realiza mediante el uso del arte de pesca conocido como caña y carrete, generalmente desde una embarcación (ya sea privada o de alquiler), y con fines de esparcimiento. Los recursos que sostienen la pesquería deportivo-recreativa en el estado de Baja California Sur son principalmente los marlines rayado, azul y negro, así como el pez vela, entre las especies de pesca mayor, y el dorado y el atún aleta amarilla, como las principales especies menores. Las actividades de pesca deportiva generalmente se concentran dentro de un radio de acción de aproximadamente 30 millas de sus respectivos centros de operaciones, coincidiendo generalmente con los principales polos de desarrollo turístico del litoral del Pacífico.

En el estado de Baja California Sur, la mayor actividad de la pesca deportiva se concentra en las áreas de Los Cabos y Los Barriles-Buenavista, donde opera una flota deportiva de alquiler integrada por alrededor de 280 embarcaciones de diversas dimensiones, las cuales realizan un promedio de 20500 viajes de pesca anuales. Existe además, un número indeterminado de unidades privadas, tanto nacionales como extranjeras, cuya frecuencia de operación no ha podido ser cuantificada.

El desarrollo de esta pesquería ha propiciado un considerable crecimiento en el ramo de la hotelería y diversos servicios conexos (como servicios locales de transportación, taxidermia, ahumado y fileteado, provisión de carnada y venta de artículos y accesorios para la pesca deportiva), generando un impacto económico recientemente estimado por Ditton *et al.* (1996) en 54 millones de dólares anuales.

La información que sustenta el presente trabajo procede fundamentalmente de las áreas de Los Cabos y Buenavista, B.C.S., localizadas al sur y al sudeste de la península de Baja California, aunque en ciertos casos se ha tomado en consideración información correspondiente a las áreas de Mazatlán y Acapulco, publicada por el National Marine Fisheries Service en La Jolla, Cal. El patrón operativo de la flota deportiva que se describe a continuación, se basa en las actividades del "Programa Permanente de Monitoreo de la Pesca Deportiva en Baja California Sur" (PPMPD) que se desarrolla en el CRIP (dependiente del Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP) de 1987 a 1995, y en los estudios realizados por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), de 1987 a 1991.

El marlin rayado se captura generalmente en el sur de la costa occidental de Baja California Sur de diciembre hasta mediados de marzo; a partir de entonces las capturas provienen de la parte sur y sudeste de la península de Baja California. Durante los meses de verano, las capturas registran los niveles más bajos de la temporada. Las primeras capturas de marlin azul y pez vela se observan en el mes de mayo, incrementándose progresivamente hasta alcanzar sus máximos durante los meses de agosto y septiembre, disminuyendo durante los meses siguientes, hasta casi desaparecer en diciembre. Cabe señalar que dichas especies penetran en el Golfo de California en mayor medida que el marlin rayado.

La operación de la flota es continua durante todo el año. La especie que más se captura es el marlin rayado, el cual está presente en la zona de Los Cabos a lo largo de todo el ciclo anual, aunque disminuye de manera notable a mediados de verano y el otoño. En la zona de Los Cabos, ésta especie constituye aproximadamente el 80% de la captura total de peces de pico y sus índices

Familia Xiphiidae

Xiphias gladius

Familia Istiophoridae

Istiophorus platypterus

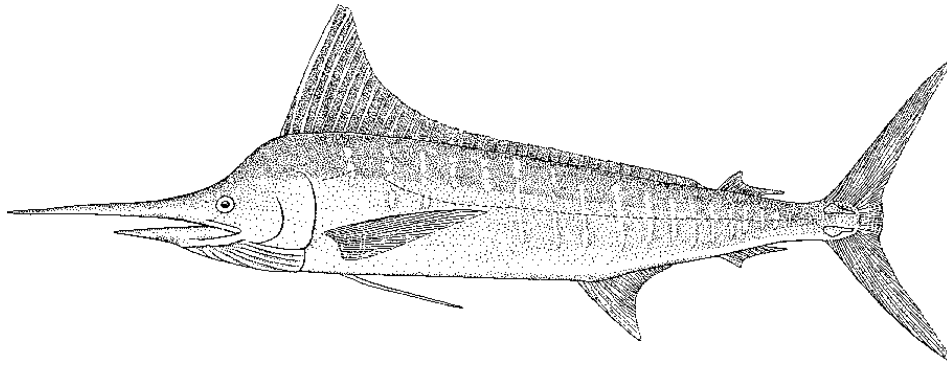
Tetrapturus

*Tetrapturus audax**Tetrapturus angustirostris*

Makaira

*Makaira mazara**Makaira indica*

La distribución de estas especies en la zona de los Cabos, parece estar influenciada por las variaciones de temperatura, corrientes oceánicas, disponibilidad de alimento y por procesos reproductivos. La temperatura y las corrientes de aguas (cálidas o frías) influyen en la distribución de estos peces, reflejándose este hecho en las capturas efectuadas por la flota deportiva, las cuales presentan fluctuaciones estacionales y cambios en las zonas de pesca. Las variaciones en los niveles de dominancia por especies, en la pesca deportiva de las áreas de Los Cabos y Buenavista, guarda relación con la interacción del complejo sistema de corrientes y frentes oceánicos que caracteriza las aguas de la boca del Golfo de California, donde se observa una alternancia estacional en la influencia de la Corriente de California y la Contracorriente Ecuatorial, inducida por cambios de fuerza y dirección de los vientos dominantes (Baumgartner y Christensen, 1985). Las características fisicoquímicas de las masas de agua, por su parte, influyen en la disponibilidad de alimento, jugando un papel relevante en los niveles de incidencia de estas especies.

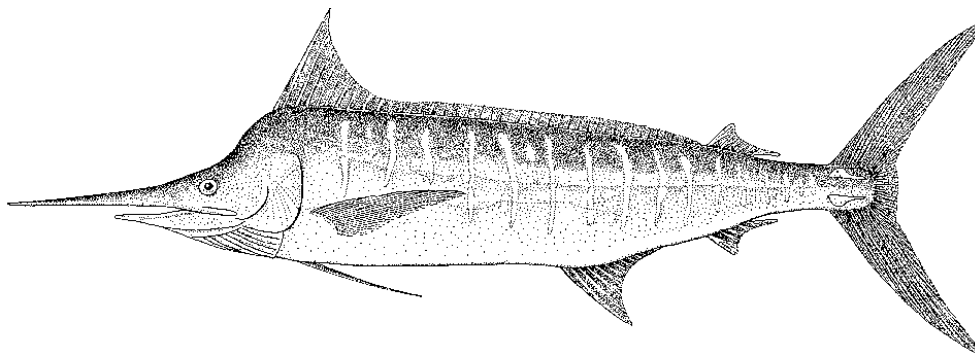
Marlin Rayado

De acuerdo con los registros mundiales de captura, el marlin rayado es la especie más importante dentro del grupo de los peces de pico. Sin dejar de ser una especie Indopacífica, sus mayores concentraciones ocurren en el Océano Pacífico entre los 40° N y 40° S, con una franja de baja densidad entre los 10° N y los 5 °S y al Este a los 130° W. Su distribución se caracteriza por presentar variaciones sensibles de densidad y una distribución diferencial de tallas (Ueyanagi y Wares, 1974; Wares y Sakagawa, 1974; Squire y Suzuki, 1990). Los mismos autores han reportado diferencias en el número de radios de aletas dorsales y anales, así como divergencias entre algunas relaciones morfométricas en organismos del Pacífico Oriental, Sudoriental y Occidental, indicando la posible existencia de dos o más poblaciones. Sin embargo, debido a la naturaleza clinal de dichas divergencias, no existe consenso en cuanto a sus límites geográficos. Squire y Au

(1990), señalan la existencia de una zona de concentración extrema en la región central del Pacífico mexicano, en la cual se han registrado los mayores índices de captura y esfuerzo comercial, de tal forma que durante diversos períodos, se ha considerado que las pesquerías recreativas de la región han sido afectadas por este hecho.

En la zona de Buenavista, B.C.S., los mayores índices de abundancia relativa de esta especie ocurren a fines de la primavera, mientras que en la zona de Los Cabos, los picos de abundancia se presentan desde mediados del otoño hasta principios del verano, cuando se aprecia una disminución progresiva de dichos índices, con motivo de la migración reproductiva de la especie.

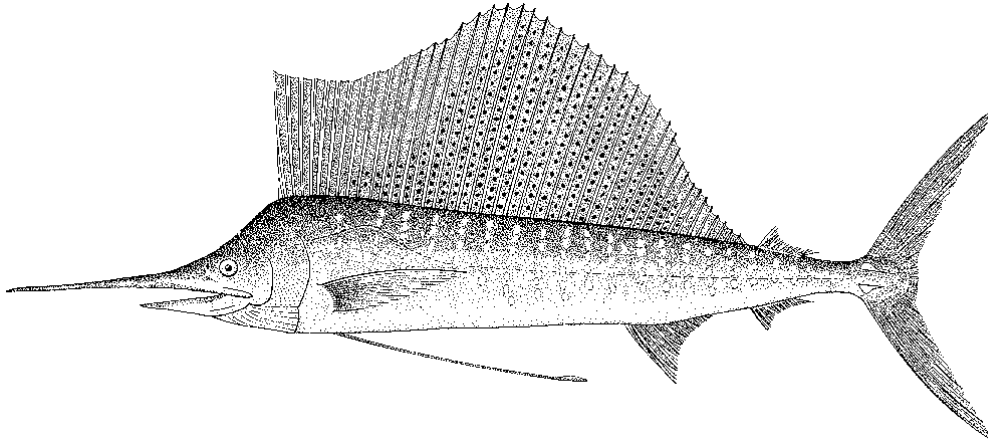
Marlin Azul



Es una especie pantropical que se distribuye en los Océanos Atlántico, Pacífico e Indico. Nakamura *et al.* (1968) han indicado que existen dos formas estrechamente relacionadas, que se consideran como especies separadas. Estos autores consideran a *M. nigricans* como una especie restringida al Atlántico, y *M. mazara* como la especie típica del Indo-Pacífico. La evidencia que proporcionan es una ligera diferencia en la forma de la línea lateral; sin embargo, los especímenes comparados fueron de diferentes edades.

En el Pacífico su distribución latitudinal también, resulta ser estacional y se extiende desde los 48°N hasta los 48°S (Rivas, 1974). Con base en datos de captura de la flota palangrera japonesa, se han determinado dos áreas de concentración estacional. La primera se registra de diciembre a marzo, en el oeste y centro-sur del Pacífico (entre los 8°S y 26°S) y la segunda de mayo a octubre, en la parte oeste y centro del Pacífico Norte (entre los 2°N y 24°N). De abril a noviembre, la especie tiende a concentrarse en el Pacífico ecuatorial entre los 10°N y los 10°S, tendiendo a ser menos abundante hacia el este. En el extremo oeste del Pacífico, el marlin azul usualmente se presenta entre los 23°N y 3°S. Kume y Joseph (1969) por su parte, reportaron que las mayores concentraciones del marlin azul, en el Pacífico Oriental, ocurren alrededor de los 20°S y al Oeste de los 110°W, e indican que al norte de los 13°N, su abundancia relativa es bastante baja.

En las costas de Baja California Sur, se presenta de mayo a diciembre, con índices máximos entre agosto y octubre, durante los cuales se registran tasas de captura deportiva promedio de 0.2 peces por viaje de pesca. Se desconocen los mecanismos que inducen la ocurrencia de esta especie en zonas costeras del Pacífico mexicano, pero debido a que con frecuencia los organismos capturados muestran estadios gonadales en fase de reabsorción y premaduración, se ha inferido que su presencia se encuentra asociada con fines de alimentación y recuperación postreproductiva (Klett *et al.*, 1993).

Pez Vela

El pez vela se distribuye densamente en aguas relativamente cercanas a los continentes e islas y con frecuencia incursiona en aguas netamente costeras; en áreas de mar abierto su densidad es baja. Se considera circumtropical, distribuyéndose en todas las aguas cálidas del mundo.

En el océano Pacífico su distribución es más extensa en el lado occidental que en el oriental, donde el límite septentrional de distribución se ubica en aguas mexicanas, dentro del Golfo de California en 30°N y frente a la costa occidental de la Península de Baja California en 21°N. Las mayores concentraciones se localizan entre 0° y 20°N, con niveles bajos de densidad al norte de dicha latitud. Durante la primavera migra hacia el norte con el desplazamiento de las aguas cálidas, incursionando en el Golfo de California. El recurso está disponible durante todo el año, desde Acapulco hasta las Islas Marías, presentando variaciones estacionales de abundancia en Mazatlán y el Golfo de California (Anónimo, 1990).

Klett *et al.* (1991) mencionan que el pez vela se presenta en las costas sudcalifornianas de mayo a diciembre, con sus máximos niveles de incidencia de julio a octubre. El índice de abundancia relativa del pez vela presenta un comportamiento variable, pero su patrón general indica que aparece a principios del verano alcanzando su mayor abundancia en septiembre. Durante algunas temporadas, se han registrado dos picos relativos de abundancia en la zona de Los Cabos: el primero en agosto y/o septiembre y el segundo dos meses después, interpretando el primer máximo como un desplazamiento de la población hacia el interior del Golfo de California y el segundo, como el retorno de la misma.

La pesca deportiva en las áreas del sur del estado de Baja California Sur, también captura marlin negro, pez espada y pez aguja corta, en una proporción que raramente alcanza el 2% de la captura total de especies de pico. Sin embargo, la pesca de otras especies, no pertenecientes al grupo de los picudos, particularmente de dorado y de atún aleta amarilla, registran niveles de captura de alrededor de 50 mil ejemplares anuales. Su presencia en la región se observa a lo largo de todo el año, presentando picos estacionales de abundancia. En el caso del dorado, éstos ocurren de agosto a diciembre, mientras que para el atún se han registrado dos máximos anuales, de abril a mayo y de agosto a septiembre, respectivamente.

La pesca deportiva en las costas del norte del Estado no ha podido ser incorporada a los actuales programas de monitoreo. Sin embargo, se sabe que en dichas áreas, la pesca de peces de pico es de mucho menor magnitud, y la composición de la captura de las llamadas especies menores varía

notablemente respecto a la del sur de la entidad, predominando especies como el dorado, el jurel de castilla y diversas especies de fondo.

I.C. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL RECURSO

Kume y Joseph (1969) mencionan que el marlin rayado se reproduce a lo largo de la franja de los 15° y 30° de latitud y durante los meses de verano de cada hemisferio, pero aclaran que en el Pacífico Nororiental, la evidencia de actividad reproductiva se restringe a los tamaños de gónadas femeninas, dentro de una banda aislada entre los 6° y los 19° N y los 107° y 114° W.

Eldridge y Wares (1974), observaron un rápido proceso de maduración en gónadas colectadas por medio de pesca deportiva, en las áreas de Buenavista y Mazatlán de 1969 a 1971. Ueyanagi y Wares (1974) refieren que J.L. Squire, de NMFS, en la Jolla, Cal., fue informado de la presencia de gónadas maduras y en proceso de maduración, obtenidas por tripulaciones de buques palangreros japoneses, en las inmediaciones de Isla Socorro (archipiélago Revillagigedo) México, durante los meses de junio a octubre.

Estudios realizados sobre el ciclo reproductivo del marlin rayado en el área de Los Cabos (Klett y Rodríguez, 1989), demuestran que el proceso de maduración se acelera sustancialmente a partir de los meses de abril y mayo, alcanzando niveles máximos en agosto y septiembre, confirmando lo observado por Eldridge y Wares (*op. cit.*).

Ochoa-Báez *et al.* (1989) por su parte, detectan algunos folículos postovulatorios en gónadas colectadas durante septiembre y octubre. Por otra parte, el evento de la reproducción aparente del marlin rayado, coincide con su período de menor abundancia (fines del verano a principios del otoño), lo que ha limitado el número de organismos maduros obtenidos durante las campañas de muestreo, debido al reducido radio de acción de la flota deportiva. Lo anterior, aunado a la presencia de cicatrices del desove relativamente viejas, sugiere que el área de reproducción se encuentra en una zona cercana, pero a la vez fuera del alcance de la flota deportiva de la región. González-Armas *et al.* (1993) mediante estudios planctónicos, detectaron la presencia de larvas de marlin rayado en aguas cercanas a Cabo Corrientes, Jalisco, México, confirmando la hipótesis anterior.

En la región de Los Cabos se ha observado que las hembras de marlin rayado promedian tallas mayores que los machos y alcanzan su madurez a los 160 cm de longitud orbito-furcal (LOF) (Klett *et al.*, 1991). En el área de estudio, menos del 10% de las capturas presentan tallas menores a dicho límite.

Para el marlin azul, Howard y Ueyanagi (1965) y Strasburg (1970) publicaron, con base en la ocurrencia de larvas, condición gonadal y proporción de sexos, que el desove sucede durante todo el año dentro de una extensa franja delimitada por los 20°N y los 10°S. Durante el verano dicha franja se expande latitudinalmente hasta los 30° Norte y Sur. Kume y Joseph (1969) por su parte, indicaron que, en el Pacífico Oriental, el marlin azul sólo desova en su porción sudoccidental.

En el área de los Cabos no se han realizado estudios específicos sobre el ciclo reproductivo de esta especie; no obstante las características morfocromáticas de la gónada y sus respectivos índices gonádicos, revelan una virtual ausencia de actividad reproductiva en ésta zona.

El pez vela es la única especie perteneciente al grupo de los peces de pico, para la cual existen reportes sobre organismos juveniles capturados en aguas del Pacífico Mexicano (Beebe, 1941), lo que confirma la existencia de cierta actividad reproductiva de la especie en la zona, mientras

que Yabe (1953), Ueyanagi (1964), y Beardsley *et al.* (1975), refieren que el pez vela desova durante todo el año, en aguas tropicales y de preferencia en zonas costeras o ambientes insulares.

Hernández-Herrera (1994) mediante un análisis histológico de muestras de gónadas de organismos colectados al sur del Golfo de California, encontró que la frecuencia de aparición de hembras maduras, la intensidad y la duración de la temporada de reproducción del pez vela presenta un gradiente de sur a norte, siendo la zona sur (Manzanillo, Barra de Navidad, Puerto Vallarta y Mazatlán) la de mayor actividad en los meses de verano y otoño, y la zona norte (Cabo San Lucas y La Paz) la de menor importancia para la reproducción. Este mismo autor estimó que la fecundidad parcial promedio de esta especie es de aproximadamente 1.67 millones de huevos por desove.

En la zona de Mazatlán se ha registrado la presencia de un mayor número de organismos maduros durante el mes de septiembre, con tallas que fluctúan de 150 a 184 cm. En la zona de Los Cabos y durante los meses de mayo a agosto, se ha observado, recurrentemente, un incremento rápido del índice gonádico, que alcanza su valor máximo de julio a septiembre, para luego disminuir de la misma forma. Se han reportado ejemplares maduros a partir de los 155 cm de LOF (180 cm de longitud furcal) (Lizárraga-Chávez, 1989).

A pesar de que los peces de pico se desplazan por todos los océanos del mundo, se ha encontrado que su alimento es muy semejante en cualquier zona que se le capture, registrándose casi siempre los mismos géneros, aunque con variaciones en la dominancia de éstos. El tipo de alimento del marlin va cambiando conforme aumenta de talla; durante su etapa larvaria consume organismos pequeños de aproximadamente 0.5 mm (copépodos) y posteriormente se alimenta de larvas de peces, incluyendo individuos de su misma especie. En la etapa adulta se alimentan de organismos mayores de 8 cm, tales como peces (principalmente sardinas y anchovetas) así como de cefalópodos (calamares y argonautas) (Ueyanagi y Wares, 1974).

Los hábitos alimentarios de los peces de pico en el área de Los Cabos, B.C.S., son similares con lo encontrado en otras partes del mundo, sin embargo, existen diferencias en el tipo de presas para el marlin rayado y el marlin azul, las cuales son las dos especies de peces de pico dominantes en la zona (Ponce y Galván, 1989; Abitia, 1992). El marlin rayado se alimenta principalmente de sardina (*Sardinops caeruleus*) y macarela (*Scomber japonicus*), mientras que el marlin azul, que muestra preferencia por aguas más oceánicas, se alimenta predominantemente de peces pelágicos y calamares (entre los que dominan *Auxis* sp. y el calamar gigante *Dosidicus gigas*), aunque con frecuencia ingiere juveniles de *Balistes polylepis*, los cuales constituyen una parte sustancial de su dieta.

Los picudos estudiados no sólo consumen organismos de la superficie, sino también, realizan migraciones para alimentarse ocasionalmente de presas en los fondos arenosos. El número de presas registradas como alimento para el marlin rayado en el área de Los Cabos, consiste de 24 especies de peces, seis especies de calamar y una especie de crustáceo; mientras que para el marlin azul se encontraron 22 especies de peces, siete especies de calamar y dos de crustáceos. (Ponce y Galván, 1989).

En general y de acuerdo con Abitia (1992), la composición cualitativa de los espectros alimentarios de ambas especies son similares ya que comparten alrededor de 17 presas (entre peces y cefalópodos) tanto del ambiente nerítico como del oceánico (epipelágico y mesopelágico). Sin embargo, existen diferencias notables en cuanto a la proporción y aporte energético de las presas, ya que en la dieta del marlin rayado las especies neríticas *S. japonicus* y *S. caeruleus* representaron el 68.8% y 53.66% del Índice de Importancia Relativa (IIR) y cuantificación porcentual del aporte energético (calorías), mientras que en el marlin azul sólo constituyeron el 0.16% y 2.59% respectivamente.

La especie oceánica *Auxis* sp. fue la presa más importante para el marlin azul, con el 93.22% de IIR y el 72.21% de aporte calórico, pero en la dieta del marlin rayado sólo representó el 0.49% y 4.55%, respectivamente. La variación estacional mostró tendencia a una mayor ocurrencia de especies de hábitos pelágicos formadores de cardúmenes, los cuales conformaron la dieta básica de ambas especies, aportándoles de manera global los mayores porcentajes de energía (calorías/gramo de peso fresco).

Al parecer, éstas especies se alimentan durante el día, preferentemente de peces pelágicos (representando arriba del 70% del aporte energético) y ocasionalmente realizan migraciones hacia aguas profundas para consumir presas que viven cerca o sobre los fondos arenosos; mientras que durante la noche se alimentan principalmente de cefalópodos, los cuáles les aportan entre el 5.23% y 10.5% del total de calorías consumidas.

Las altas concentraciones y cambios en la distribución del marlin rayado en la zona de Los Cabos, parecen estar influenciadas principalmente por sus conductas tróficas y reproductivas, así como por condiciones ambientales (temperaturas y corrientes). La ocurrencia del marlin azul en el área de Los Cabos, no está asociada a procesos reproductivos, por lo que la presencia de ésta especie en la zona podría estar relacionada a factores alimentarios y ambientales (Abitia, 1992).

Por otra parte, las tasas de crecimiento del marlin rayado han sido registradas sucesivamente por Royce, Koto y Merret (Ueyanagi y Wares, 1974) con base a progresiones modales de longitud orbitofurcal (o postorbital) quienes registraron 4, 6 y 4 clases de edad, respectivamente. Royce y Merret coincidieron en sus estimaciones, utilizando datos de Hawaii y Sudáfrica; mientras que Koto se basó en información del Pacífico Noroccidental. La tabla 1 resume los resultados obtenidos por los autores citados.

Tabla 1.- Tasas de crecimiento de marlin rayado, reportadas por diversos autores (tomado de Royce, 1957; Merret, 1971; Koto, 1963 y Ueyangi y Wares, 1974).

Grupo	Clase Modal (a)	Intervalo (b)	Incremento (b)
n	152 cm	100-120	-
n+1	167 cm	120-160	35 cm
n+2	177 cm	160-185	27 cm
n+3	197 cm	185-205	19 cm
n+4	-	205-220	16 cm
n+5	-	220-233	13 cm

a= Royce y Merret

b= Koto

De acuerdo con resultados del PPMPD, en el sur de la península de Baja California se han registrado intervalos de longitud orbitofurcal entre los 140 y 210 cm, que corresponden a los grupos de talla de n+1 a n+3, aproximadamente.

Ponce *et al.* (1991) analizaron la distribución de las tallas provenientes de los registros de taxidermia de 1977 a 1989, y de muestreos biológicos de 1987 a 1989, para el marlin rayado en el área de Cabo San Lucas. Determinaron tres grupos modales (tab. 2) detectándose una talla mínima de 107.5 cm y una máxima de 222.5 cm. Cabe hacer notar que el 96% de los datos quedaron incluidos en el grupo cuya longitud postorbital promedio es de 177.07 cm.

Tabla 2.- Grupos modales identificados al aplicar el método de Bhattacharya a los datos de longitud, en el período de 1977-1989.

Grupo modales	Media	% de la población
1	143.25	3.1
2	177.07	96.4
3	219.82	0.4

Ueyanagi y Wares (1974) reportan que Koto observó que las tasas de crecimiento presentaban un cambio estacional notorio en el ritmo de crecimiento, siendo éste más acelerado de junio a noviembre y más lento durante el resto del año.

Para el marlin azul, Klett *et al.* (1991) mencionan que su talla máxima sobrepasa los 300 cm de LOF (350 cm de longitud subfurcal) y su peso puede rebasar los 450 kg. En la zona de Los Cabos su intervalo de talla más frecuente es de 170 a 260 cm de LOF (190-320 cm LSF). En esta especie, el dimorfismo sexual se manifiesta con una acentuada diferencia de tallas, siendo especialmente raros los machos de más de 240 cm de LOF. La proporción de sexos en esta zona del Pacífico, se caracteriza por un predominio total de las hembras, que constituyen entre el 85 y el 95% de los ejemplares capturados.

Para el pez vela, De Sylva (1957) indica que en las costas de Florida alcanza una longitud total de 17.8 cm al término del primer mes de vida, 50.8 al segundo, 89 al tercero y 117 al finalizar el cuarto; agrega sin embargo, haber observado una variación considerable en sus datos, como consecuencia de la extensión de la época de reproducción. Al término del primer año, se registró una longitud total de 183 cm, 216 a los dos años y 233.7 a los tres años. Koto y Kodama (1962) para el mar de China, encontraron tasas de crecimiento similares a las de De Sylva, para sus grupos de talla n, n+1 y n+2.

Para el área de Los Cabos, estudios de edad y crecimiento basados en análisis de la cuarta espina de la aleta dorsal, estimaron grupos de edad del cero al siete, siendo los más abundantes el 3, 2, y 4 respectivamente. En el análisis de la composición de longitud, se encontró que la mayoría de los organismos midieron entre 180 y 210 cm de longitud mandibular, presentando un crecimiento de tipo alométrico en el intervalo de tallas entre 155 y 235 cm. Se observó que el crecimiento de esta especie es muy rápido en las primeras etapas de vida y alcanzan su longitud máxima a los tres años (Alvarado-Castillo, 1993).

I.C. TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

La pesca deportiva de peces de pico se efectúa mediante el método de caña y carrete, utilizando carnada viva o curricanes para atraer a la presa. La actividad se realiza a bordo de embarcaciones cuyas dimensiones van desde los seis a los 18 m de eslora. El viaje de pesca tiene una duración media de alrededor de ocho horas.

En lo que respecta al número de embarcaciones, se carece de un registro actualizado de su tamaño y su distribución a lo largo de las costas del Pacífico mexicano. Esto ha impedido la evaluación de su capacidad extractiva, lo que a su vez limita la capacidad para determinar los volúmenes de captura legítimamente adjudicables a esta pesquería y para planificar su desarrollo.

En el sur del Estado de Baja California Sur, la determinación del esfuerzo ejercido por la pesca deportiva, se refiere al registrado por la mayor parte de las flotas de alquiler, pero subestima su

nivel total al excluir un número indeterminado de operaciones de pesca efectuados en centros turísticos aislados de la región, así como aquellos realizados por particulares en sus propias embarcaciones (tabs. 3 y 4).

Tabla 3.- Composición y actividades de la flota deportiva de alquiler en Los Cabos, B.C.S., de 1985 a 1995.

Año	No. de lanchas		No. de pangas		Total de embarc.		No. de operaciones	
	Registradas	Activas	Registradas	Activas	Registradas	Activas	PMPD	Cap. de Pto.
1985	55		24		79			6046
1986	-	-	-	-	-	-	-	10472
1987	-	-	-	-	-	-	-	12166
1988	-	-	-	-	-	-	-	11014
1989	116	113	7	6	123	119	11314	11242
1990	128	124	56	54	184	178	13567	13551
1991	135	131	79	79	214	210	19462	19417
1992	130	120	84	77	214	197	16845	16845
1993	124	116	77	72	201	188	15465	15517
1994	-	-	-	-	-	-	14845a	-
1995	-	-	-	-	-	-	13472a	-

a= los datos de 1994 y 1995 se basan en el promedio de operaciones diarias de ocho flotas con representación en el muelle de desembarco.

Tabla 4.- Composición y actividades de la flota deportiva de alquiler de Buenavista, B.C.S., de 1985 a 1995.

Año	No. de embarcaciones			No. de operaciones
	Lanchas	Pangas	Total	
1985	56	10	66	1669
1986	-	-	-	1930
1987	-	-	-	2309
1988	-	-	-	2409
1989	60	11	71	3448
1990	60	12	72	9296
1991	62	12	74	10157
1992	64	16	80	9127
1993	65	18	83	8505
1994	-	-	-	9941
1995	-	-	-	8618

De acuerdo a los datos obtenidos por el CICIMAR, en 1990 la flota deportiva de Cabo San Lucas estaba constituida por alrededor de 125 embarcaciones, la mayoría de las cuales no presentaba información completa sobre sus características físicas. Desafortunadamente, dicho catastro no ha podido ser actualizado, sin embargo, del análisis de esta información se derivó lo siguiente:

- La edad de las embarcaciones promediaba 15 años y pocas de ellas (10%) eran anteriores a 1968; entre 1972 y 1979 se construyeron el 45% de las embarcaciones, y el resto fueron construidas de 1980 en adelante. La eslora de las embarcaciones comprende un intervalo de 6 a 18 m, con una moda sobre los 10-11 m (50%) otra moda más pequeña (30%) se localiza sobre el intervalo de los 8-9 m. El resto de las embarcaciones eran menores de 8 y mayores de 18 m.

- La potencia de sus motores oscila entre los 60 y los 540 HP; la potencia de embarcaciones grandes (18 m) varió entre los 260 y los 540 HP, aunque la mayoría de las embarcaciones (45%) poseían una potencia de 210 HP y en segundo lugar (25%) 160 HP. El 30% restante se distribuía en los intervalos de menores de 110 HP y mayores de 210 HP. El 78% de las embarcaciones utilizaba diesel como combustible y el resto gasolina.

De lo anterior se infiere que la flota deportiva de Cabo San Lucas se renueva constantemente con embarcaciones que han sido construidas en años más recientes, las cuales tienen un diseño específico para este tipo de pesca. Ello se puede apreciar en las medidas de las embarcaciones y la potencia de sus motores. Así las embarcaciones de 10-11 m usan un motor de 210 HP y las de 8-9 m un motor de 160 HP. Estas embarcaciones son rápidas, de fácil operación en las maniobras de pesca y sobre todo una gran eficiencia. Algunas embarcaciones con dimensiones menores a los 8 m de eslora presentan dimensiones de pangas, pero la Capitanía de Puertos (SCT) no las considera como tales, debido a su equipamiento. Las de 18 m, o mayores, se consideran más que unidades de pesca, como de paseo y/o recreación, ya que son muy grandes y lentas para las maniobras de pesca.

En San José del Cabo existe una pequeña flota deportiva que también realiza pesca en la zona; está constituida por unas 30 embarcaciones, de las cuales alrededor del 80% son embarcaciones menores (pangas) con las características antes mencionadas.

Durante 1993 las actividades de monitoreo de la pesca deportiva en la región sudoriental de la península de Baja California se basaron en las operaciones de la flota deportiva de alquiler en las localidades de Cabo San Lucas y Los Barriles-Buenavista, B.C.S. Dicha flota estaba integrada por un total de 284 embarcaciones, de las cuales 271 reportaron al menos un viaje de pesca durante la temporada 1993 (188 en la zona de Los Cabos, y 83 en la zona de Buenavista). De las 188 embarcaciones activas en la zona de Los Cabos, el 38% corresponde a embarcaciones menores propulsadas con motores fuera de borda; mientras que en la zona de Buenavista, la proporción fue del 27.7%. El resto de la flota está conformada por embarcaciones con cabina y motor estacionario, de 24 a 32 pies (7.315 a 9.754 m) de eslora. La tripulación de las embarcaciones dedicadas a la actividad de pesca deportiva esta compuesta por lo general de un capitán y un marinero.

Durante la temporada 1993, las actividades de pesca deportiva reportadas por la flota deportiva alcanzaron 15452 operaciones en la zona de Los Cabos, y 8505 en la zona de Buenavista. En la zona de Los Cabos, el 27.87% de las operaciones fueron realizadas por embarcaciones menores.

Los métodos y artes utilizados en la pesca deportiva presentan un elevado grado de desarrollo tecnológico y muchos pescadores deportivos han convertido su práctica en un arte. Dicho desarrollo se basa fundamentalmente en el hecho de que, siendo la pesca deportiva una actividad básicamente recreativa, es practicada en gran parte por personas de elevado poder económico, lo que a su vez ha repercutido en un constante desarrollo de productos nuevos, implementos y accesorios, destinados a un mercado de alta capacidad adquisitiva.

I.D. RÉGIMEN ACTUAL DE ADMINISTRACIÓN

La adopción de medidas de regulación, protección y fomento de la pesca deportiva en nuestro país se remonta al año de 1972, justo antes de la prescripción del Convenio Internacional de Pesca celebrado entre México y el Japón, cuando el entonces Departamento de Pesca decidió reservar, para uso exclusivo de la pesca deportiva, las especies de marlin, pez vela, dorado, pez gallo y sábalo, dada la magnitud de los niveles de captura incidental de peces de pico obtenidos por la flota palangrera japonesa, en aguas aledañas a la Zona Exclusiva de Pesca de la Nación, que abarcaba solo 12 millas náuticas.

Al decretarse la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 200 millas en 1976, el gobierno se comprometió a determinar su capacidad de captura permisible sobre los recursos vivos de la zona y permitir el acceso a otros países para capturar los excedentes, cuando no tuviera la capacidad de explotarla en su totalidad. Con el fin de aprovechar los recursos vivos de la ZEE, se promovió la creación de empresas de coinversión, como el mecanismo apropiado para integrar una flota nacional de pesca oceánica. Bajo dicho esquema, algunas empresas obtuvieron permisos para la pesca comercial de túnidos, tiburones y especies de escama, con pesca incidental de “picudos”. En dichos permisos se estableció la exclusión de las actividades de pesca dentro de un perímetro de 30 millas adyacentes a los principales puertos turísticos del país. En 1983 y tras múltiples violaciones de las condiciones estipuladas en los permisos mencionados, se estimó conveniente ampliar el perímetro de 30 millas, a una franja de 50 millas, a lo largo de todo el litoral nacional.

Las disposiciones actuales sobre la pesca deportiva se encuentran explícitamente señaladas en la actual Ley Federal de Pesca emitida en 1992, y específicamente en la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, para regular el aprovechamiento de las especies que son objeto de la pesca deportivo recreativa en las aguas de jurisdicción federal en los Estados Unidos Mexicanos, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 29 de junio de 1994, y el 9 de mayo de 1995, respectivamente. En estas se define a la pesca deportiva como aquella que busca la recreación y el esparcimiento, a la vez que tiene por objeto la convivencia con la naturaleza.

La Norma Oficial consigna que la pesca deportiva se refiere únicamente a peces, prohíbe la captura de crustáceos, moluscos, mamíferos acuáticos, anfibios y reptiles, y establece que podrá realizarse desde tierra, desde una embarcación, o en forma subacuática.

Para desarrollar la actividad de la pesca deportiva se requiere de permiso otorgado por la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) bajo el amparo de licencias específicas que se adquieren mediante el pago de una cuota determinada, y sólo podrá ser efectuada con los implementos que la SEMARNAP autorice para el efecto. Dichos permisos pueden ser expedidos por un día y hasta por un año. La normatividad exige permisos adicionales para las embarcaciones y éstos deben ser expedidos para particulares ó prestadores de servicios, según el caso. Por norma general, los permisos son individuales e intransferibles, aunque su adquisición al mayoreo y por adelantado, para transferirlos posteriormente al usuario, es práctica común entre las agencias prestadores de servicios de pesca deportiva. La única excepción a dichas disposiciones concierne a las actividades de pesca deportiva desarrolladas desde la ribera, pero deberán sujetarse a las disposiciones sobre límites máximos de captura, tallas mínimas, vedas y las artes de pesca autorizadas.

La norma establece que sólo se permitirá una sola caña, línea, o sedal, por pescador, un límite máximo de 130 lb/pulgada a la resistencia de la línea, y restringe el uso de carretes eléctricos a discapacitados. El uso de carnada viva se limitará a los dos primeros ejemplares capturados por jornada diaria, debiendo utilizar curricanes, o carnada muerta, para los subsiguientes. Así mismo,

establece la prohibición del “cebado” de las zonas de pesca, excepto para favorecer la celebración y desarrollo de torneos.

Actualmente y de acuerdo a la NOM-017-PESC-1994, la práctica de la pesca deportiva está sujeta a los siguientes Límites Máximos de Captura:

Diez ejemplares diarios por pescador, con la siguiente composición por especies:

No más de cinco de una misma especie.

Cuando se trate de marlin, pez vela, pez espada y tiburón, el límite máximo por día y por pescador, será de un sólo ejemplar de cualquiera de las especies enunciadas, y el cual será equivalente a cinco ejemplares de otras especies.

En el caso del sábalo, dorado, o pez gallo, el límite máximo por día por pescador será de dos ejemplares de cualquiera de las especies mencionadas, los que también, serán equivalentes a cinco organismos de otras especies.

En el estado de Baja California Sur, y mediante acuerdo celebrado entre la autoridad Pesquera en el Estado y los Prestadores de Servicios de Pesca Deportiva, se ha convenido establecer, como límite máximo de captura de cualquiera de las especies de pico, un solo ejemplar por embarcación y por día de pesca.

La normatividad actual no comprende regulación alguna con respecto a las tallas o pesos mínimos de captura, ni fija vedas, ni límites al esfuerzo aplicable, para ninguna especie marina, pero establece, en forma muy explícita, que una de las obligaciones de los prestadores de servicios de la pesca deportiva para con la autoridad pesquera y los recursos de los que se benefician, es la referente a la obligación de informar a la autoridad competente sobre el número de servicios prestados, y el monto y circunstancias de las capturas obtenidas. Para ello, la SEMARNAP proporcionará a los prestadores de servicios y/o pescadores deportivos, las bitácoras para la pesca deportivo-recreativa, que deberán devolverse debidamente llenadas, dentro del período mensual de su utilización.

Adicionalmente y por iniciativa propia del sector, se ha adoptado una política de liberación de aquellos ejemplares que el pescador deportivo no desee conservar para efectos de taxidermia o consumo directo. Aunque dicha política no garantiza por sí misma la sobrevivencia del espécimen, es justo destacar, que en la actualidad, entre el 50 y el 70% de las capturas de peces de pico reportadas por la flota que opera en las áreas de Los Cabos y Buenavista, son liberadas y dicho porcentaje se ha venido elevando progresivamente durante los últimos cinco años. Este incremento debe ser atribuido a una creciente capacidad de las tripulaciones para reconocer el estado físico de los ejemplares antes de decidir su liberación y se ha visto fomentado por el uso de anzuelos de rápida degradación, introducido hace pocos años. Cabe agregar que dicha práctica se ha convertido en uno de los principales elementos de promoción, por parte de los prestadores del servicio.

Desde el punto de vista de la observancia de la normatividad, la única disposición (ver Apéndice) que realmente se respeta, según ha podido ser constatado por las actividades de monitoreo en la región, es la que se refiere al límite máximo de captura de peces picudos.

Por otra parte, la Ley de Pesca y su Reglamento (Secretaría de Pesca, 1992) retomando las directrices del "Esquema de Regulación de la Pesca Deportivo Recreativa" de 1990 y sus posteriores Reformas y Adiciones y actualmente, la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, obligan a los Prestadores de Servicios de Pesca Deportiva a reportar los resultados y circunstancias de sus actividades extractivas, en los cuadernos de Bitácora correspondientes. Sin embargo, dicha disposición, no ha logrado su operatividad.

I.E. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES

En esta pesquería el sector productor esta integrado por prestadores de servicio y particulares. Los prestadores de servicios pueden operar una o varias embarcaciones y sus empresas pueden trabajar en forma independiente, o como parte del sector hotelero.

La organización interna de las empresas prestadoras de servicio es muy variable. Algunas de ellas llevan un control efectivo y funcional de sus operaciones a través de lo cual han logrado promoverse con eficacia en el extranjero, difundiendo resultados de sus tasas de captura y ofreciendo atractivos paquetes, en conjunción con líneas aéreas y hoteles. Dichas empresas generalmente logran acaparar una mayor parte de la demanda y consecuentemente mantienen una mayor actividad operativa. Existen otras que reportan menos de 10 operaciones al año.

Como consecuencia del crecimiento registrado por la pesquería, durante los últimos diez años han surgido una diversidad de industrias y servicios conexos como son: servicios de taxidermia, ahumado y fileteado, provisión de carnada y venta de artículos y accesorios para la pesca deportiva, además de souvenir's, aprovechando el mercado generado por un creciente número de visitantes extranjeros aficionados a la pesca deportiva.

I.F. VOLÚMENES Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN

En Baja California Sur al igual que en el resto de nuestro país, la magnitud, distribución y composición de la flota deportiva, así como el número de sus operaciones extractivas, no ha podido ser cuantificado con precisión debido a la laxitud con que se aplican las normas de regulación y administración de la pesquería (Klett *et al.*, 1993). Consecuentemente, los niveles reales de la captura generada, y del esfuerzo total invertido en su obtención, también son desconocidos.

Las actividades del "Programa Permanente de Monitoreo para la Pesca Deportiva" (PPMPD) en este Estado, se han basado en las operaciones de una fracción mayoritaria de la flota de alquiler de los principales centros turísticos del sur de la entidad y no incluyen las operaciones de particulares (nacionales y extranjeros) a bordo de sus embarcaciones, ni tampoco un número indeterminado de operaciones realizadas en localidades aisladas o de difícil acceso. Sin embargo, con base a los registros obtenidos, se ha logrado tener estimaciones del número de operaciones, tasas de captura, y con ello la captura estimada anual de las principales especies que conforman esta pesquería (tabs. 5-9).

La composición de la captura de peces de pico y especies menores en la zona de Los Cabos y Buenavista, estimada a partir de los registros del PPMPD, se presentan en las tablas 10-13 y permiten establecer la importancia relativa de las especies que conforman la pesca deportiva en el sur del Estado.

Entre los peces de pico, el marlin rayado, el marlin azul y el pez vela, contribuyen con más del 98% de la captura de este grupo de especies. Individualmente, las capturas del marlin rayado (especie dominante en la región) tienden a disminuir hacia el interior del Golfo de California, mientras que las del pez vela tienden a aumentar. Las capturas de marlin azul aportan proporciones esencialmente similares en ambas zonas. En promedio, en la zona de Los Cabos, los niveles de prevalencia del marlin rayado y del marlin azul descendieron ligeramente durante el período 90-93, mientras que el pez vela registró un incremento substancial en relación con el quinquenio anterior. En la zona de Buenavista se registró un descenso mucho más notable del marlin rayado, asociado con el mismo incremento observado para el pez vela.

Tabla 5.- Esfuerzo y tasas de captura de la pesca deportiva en el área de Los Cabos, B.C.S. (1985-1995).

Año	No. de operaciones		Tasas de captura							
	PMPD	Cap. Pto.	M.Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Pics.	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men.
1985	-	6046	0.572	0.04	0.037	0.0045	-	-	-	-
1986	-	10472	0.592	0.094	0.022	0.0014	-	-	-	-
1987	-	12166	0.539	0.087	0.019	0.0006	-	-	-	-
1988	-	11014	0.492	0.124	0.019	0.004	-	-	-	-
1989	11314	11242	0.48	0.182	0.039	0.0031	-	-	-	-
1990	13567	13551	0.533	0.07	0.1	0.0046	1.029	0.165	0.025	0.1946
1991	19462	19417	0.605	0.038	0.086	0.0013	1.037	0.445	0.032	0.1447
1992	16845	16845	0.513	0.139	0.071	0.0022	1.603	0.411	0.018	0.1313
1993	15465	15517	0.593	0.1	0.088	0.006	1.384	0.535	0.043	0.1804
1994	14845	-	0.535	0.061	0.054	0.0046	1.85	1.088	0.016	0.123
1995	13472	-	0.628	0.035	0.019	0.0027	1.134	0.668	0.109	0.0305

Tabla 6.- Captura estimada de la pesca deportiva en el área de Los Cabos, B.C.S. (1985-1995), con base en el esfuerzo pesquero determinado por el Programa de Monitoreo de la Pesca Deportiva.

Año	Captura Estimada									
	M.Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Pics.	Picudos	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men.	E. Men.
1989	5431	2059	441	35	7966	-	-	-	-	-
1990	7231	950	1357	62	9600	13960	2239	339	2640	19178
1991	11775	740	1674	25	14213	20182	8661	623	2816	32282
1992	8641	2341	1196	37	12216	27003	6923	303	2212	36441
1993	9171	1547	1361	93	12171	21404	8274	665	2790	33132
1994	7942	906	802	68	9718	27463	16151	238	1826	45678
1995	8460	477	257	36	9230	15281	8998	1463	2230	27972

Por lo que concierne a las especies menores, el dorado y el atún aleta amarilla aportan más del 80 % de la captura de éste grupo en las áreas de los Cabos y Buenavista (tabs. 12 y 13).

El marlin rayado es la única especie de pico que mantiene una presencia permanente en las aguas que rodean el extremo de la Península de Baja California, y es también la que registra los mayores índices de abundancia. La variación anual de estos índices durante los años de 1985 a 1995, se caracterizó por un comportamiento irregular, fluctuando alrededor de los 0.55 peces por viaje de pesca en la zona de Los Cabos, y de 0.29 en la zona de Buenavista.

Dicho comportamiento se relaciona con el patrón migratorio de la especie hacia el interior del Golfo de California (representado por la zona de Buenavista) donde no sólo acusa máximos de incidencia inferiores a los de la zona de Los Cabos, sino que manifiesta niveles significativamente menores durante los meses de otoño e invierno. El fenómeno anterior se debe a que la presencia

Tabla 7.- Captura estimada de la pesca deportiva en el área de Los Cabos, B.C.S. (1985-1993), con base en el esfuerzo pesquero reportado por la Capitanía de Puerto.

Año	Captura Estimada									
	M.Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Pics	Picudos	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men.	E. Men.
1985	3458	242	224	27	3951	-	-	-	-	-
1986	6199	984	230	15	7429	-	-	-	-	-
1987	6557	1058	231	7	7854	-	-	-	-	-
1988	5419	1366	209	44	7038	-	-	-	-	-
1989	5396	2046	438	35	7915	-	-	-	-	-
1990	7223	949	1355	62	9589	13944	2236	339	2637	19156
1991	11747	738	1670	25	14180	20135	8641	621	2810	32207
1992	8641	2341	1196	37	12216	27003	6923	303	2212	36441
1993	9202	1552	1365	93	12212	21476	8302	667	2799	33244

Tabla 8.- Esfuerzo pesquero y tasas de captura en el área de Buenavista, B.C.S. (1990-1995).

Año	Esfuerzo	Tasas de captura							
		PMPD	M.Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Pics	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo
1990	9296	0.324	0.079	0.277	0.0024	1.782	0.428	0.044	0.4006
1991	10157	0.305	0.074	0.248	0.0007	0.892	0.438	0.052	0.4572
1992	9127	0.24	0.191	0.179	0.0008	1.44	0.559	0.02	0.1528
1993	8505	0.174	0.095	0.227	0.0004	1.477	0.799	0.022	0.2502
1994	9941	0.247	0.093	0.197	0.0009	1.643	0.736	0.025	0.3186
1995	8618	0.372	0.082	0.292	0.002	1.261	0.481	0.069	0.2015

Tabla 9.- Captura estimada para la zona de Buenavista, B.C.S. (1990-1995).

Año	Captura estimada									
	M.Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Pics	Picudos	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men.	E. Men.
1990	3008	734	2575	22	6340	16565	3979	409	3724	24677
1991	3098	752	2519	7	6376	9060	4449	528	4644	18681
1992	2190	1743	1634	7	5575	13143	5102	183	1395	19822
1993	1480	808	1931	3	4222	12562	6795	187	2128	21672
1994	2455	925	1958	9	5347	16333	7317	249	3167	27065
1995	3202	703	2518	17	6440	10864	4147	595	3970	19576

Tabla 10.- Composición de la captura de peces de pico en la zona de Los Cabos, B.C.S. (1985-1995).

Año	Captura Estimada					Contribución Porcentual			
	M. Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Picudos	Picudos	M. Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Picudos
1985	3458	242	224	27	3951	87.53	6.12	5.66	0.69
1986	6199	984	230	15	7429	83.45	13.25	3.1	0.2
1987	6557	1058	231	7	7854	83.49	13.48	2.94	0.09
1988	5419	1366	209	44	7038	77	19.41	2.97	0.63
1989	5396	2046	438	35	7915	68.17	25.85	5.54	0.44
1990	7223	949	1355	62	9589	75.33	9.89	14.13	0.65
1991	11747	738	1670	25	14180	82.84	5.2	11.78	0.18
1992	8641	2341	1196	37	12216	70.74	19.17	9.79	0.3
1993	9202	1552	1365	93	12212	75.35	12.71	11.18	0.76
1994	7942	906	802	68	9718	81.73	9.32	8.25	0.7
1995	8460	477	257	36	9230	91.66	5.17	2.78	0.39
Promedio 85-89	5406	1139	267	26	6838	79.93	15.62	4.04	0.41
Promedio 90-95	8869	1160	1108	54	11191	79.61	10.24	9.65	0.5

Tabla 11.- Composición de la captura de peces de pico en la zona de Buenavista, B.C.S. (1985-1995).

Año	Captura Estimada					Contribución Porcentual			
	M. Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Picudos	Picudos	M. Rayado	M. Azul	P. Vela	O. Picudos
1985	198	32	184	7	421	47.03	7.6	43.71	1.66
1986	487	190	156	1	834	58.39	22.78	18.71	0.12
1987	1215	215	161	4	1595	76.18	13.48	10.09	0.25
1988	807	229	287	4	1327	60.81	17.26	21.63	0.3
1989	783	296	490	3	1572	49.81	18.83	31.17	0.19
1990	3008	734	2575	22	6340	47.45	11.58	40.62	0.35
1991	3098	752	2519	7	6376	48.59	11.79	39.51	0.11
1992	2190	1743	1634	7	5575	39.29	31.27	29.31	0.13
1993	1480	808	1931	3	4222	35.05	19.14	45.73	0.08
1994	2455	925	1958	9	5347	45.92	17.29	36.62	0.17
1995	3202	703	2518	17	6440	49.72	10.92	39.1	0.26
Promedio 85-89	698	192	256	4	1150	58.44	15.99	25.06	0.51
Promedio 90-95	2572	944	2189	11	5717	44.34	17	38.48	0.18

Tabla 12.- Composición de la captura de especies menores en la zona de Los Cabos, B.C.S. (1985-1995).

Año	Captura Estimada					Contribución Porcentual			
	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men	E. Men	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men
1990	13960	2239	339	2640	19178	72.79	11.67	1.77	13.77
1991	20182	8661	623	2816	32282	62.52	26.83	1.93	8.72
1992	27003	6923	303	2212	36441	74.1	19	0.83	6.07
1993	21404	8274	665	2790	33132	64.6	24.97	2.01	8.42
1994	27463	16151	238	1826	45678	60.12	35.36	0.52	4.00
1995	15281	8998	1463	2230	27972	54.63	32.17	5.23	7.97
Promedio	20882	8541	605	2419	32447	64.79	25.00	2.05	8.16

Tabla 13.- Composición de la captura de especies menores en la zona de Buenavista, B.C.S. (1990-1995).

Año	Captura Estimada					Contribución Porcentual			
	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men	E. Men	Dorado	Atún A.A.	P. Gallo	O.E. Men
1990	16565	3979	409	3724	24677	67.13	16.12	1.66	15.09
1991	9060	4449	528	4644	18681	48.5	23.81	2.83	24.86
1992	13143	5102	183	1395	19822	66.3	25.74	0.92	7.04
1993	12562	6795	187	2128	21672	57.96	31.36	0.86	9.82
1994	16333	7317	249	3167	27065	60.35	27.03	0.92	11.7
1995	10864	4147	595	1738	17344	62.64	23.91	3.43	10.02
Promedio	13088	5298	358	2799	21544	60.05	24.81	1.44	13.70

del marlin rayado en las aguas que rodean el extremo meridional de la Península de Baja California, es alimentada por dos componentes migratorias que siguen rutas separadas y se reclutan a la región en distintas épocas del año (Squire y Au, 1990). La primera está representada por una componente del Pacífico Norte que se desplaza a lo largo de la costa occidental de la península, en dirección SE, durante los meses de septiembre a noviembre. Una fracción de esta componente continúa su migración hacia las zonas de reproducción, mientras que el resto, conformada por individuos que no han alcanzado la madurez suficiente, permanecen en la región hasta la primavera del año siguiente. La segunda componente migratoria ingresa durante los meses de primavera, procedente del Pacífico Sudoriental, agregándose al grupo de pre-reproductores del Pacífico Norte, mientras termina su proceso de maduración, aprovechando la riqueza alimenticia que proporciona la boca del Golfo de California. A mediados de la primavera se reanuda la migración reproductiva de la especie, alcanzando su pico durante los meses de verano.

De conformidad con el patrón migratorio antes descrito, los niveles de abundancia relativa del marlin rayado en las zonas de Los Cabos y Buenavista, están determinados por la magnitud de las corrientes migratorias de los mencionados componentes poblacionales. El marlin rayado durante su estancia realiza movimientos locales en busca de alimento (a su vez determinados por

condiciones del ambiente) que lo hacen más o menos accesible a la pesca deportiva en las áreas de influencia de los respectivos centros turísticos.

A diferencia del marlin rayado, el marlin azul presenta sus mayores índices de abundancia en otras áreas del Pacífico y ocurre estacionalmente en aguas de la ZEE durante los meses de verano y otoño como resultado de la expansión de sus áreas de distribución durante los meses más cálidos del año. En la región Sudoriental de la península de Baja California, sus niveles medios de incidencia registran valores similares en las áreas de Los Cabos y Buenavista, fluctuando alrededor de los 0.093 peces por viaje de pesca.

La variación anual de sus índices de captura durante el período 1985-93 presenta una tendencia ligeramente ascendente en ambas zonas, inducida por registros máximos en 1992 para la zona de Los Cabos, y en 1989 para la zona de Buenavista, y valores mínimos en 1985. En ambas zonas se presentó un sensible decremento durante 1990 y 1991, años en que tanto el marlin rayado como el pez vela, registraron elevados índices de abundancia relativa. El patrón de variación estacional promedio para esta especie, muestra que sus mayores niveles de incidencia ocurren durante los meses de verano y otoño, en ambas zonas. Por otra parte, cabe destacar que la presencia de esta especie en las costas sudcalifornianas, está conformada por individuos no reproductores que las utilizan como una zona de alimentación y recuperación post-reproductiva.

El pez vela es una especie de hábitos más costeros que el marlin rayado y el marlin azul. En el Pacífico oriental, su centro de distribución se encuentra frente a las costas de Centroamérica, presentando un patrón de migración latitudinal (desplazándose hacia el norte durante el verano y hacia el sur durante el invierno) y diversos grados de actividad reproductiva durante todo el año. La variación anual de sus índices de abundancia relativa en las áreas de Los Cabos y Buenavista de 1985 a 1993, refiere una tendencia creciente, que se acentúa considerablemente durante los últimos cinco años de la serie. En 1990, año en que se suspendieron las actividades de la flota palangrera, se registró un máximo histórico en sus tasas de captura. Posteriormente, los índices de abundancia registraron un descenso relativo que se atribuye a las actividades de pesca comercial ejercidos en algunas áreas costeras del Pacífico central mexicano.

Lo anterior indica que esta especie es altamente sensible a la presión de la pesca, pero también, denota una gran capacidad de recuperación una vez que el esfuerzo pesquero es disminuido. Por otra parte, la variación de los índices de captura deportiva del pez vela en las áreas de Los Cabos y Buenavista muestran un comportamiento paralelo, pero registrando niveles de incidencia significativamente mayores en la zona de Buenavista (0.052 y 0.175 peces por viaje de pesca, respectivamente). Lo anterior se atribuye a la influencia de la Corriente de California, la cual en la zona de Los Cabos, es mucho más intensa que en la zona de Buenavista. La variación media mensual de las tasas de captura del pez vela en las áreas consideradas, es un reflejo de lo anterior y establece que su período de máxima incidencia se presenta durante los meses de verano y otoño.

El marlin negro, el pez espada y el pez aguja corta, conforman el resto del grupo de los peces pico en los litorales sudcalifornianos, aunque en conjunto no aportan más del 2% de la captura anual de este grupo de especies. De éstas, la única que mantiene una presencia importante en nuestras aguas es el pez espada, cuya baja incidencia en las capturas deportivas se debe a sus hábitos migratorios diurnos, que lo llevan a aguas profundas durante las horas del día, emergiendo a capas más superficiales durante la noche. Dicha migración vertical lo hace poco accesible a la mayor parte de las actividades de pesca deportiva, que generalmente se realizan en horario diurno.

El marlin negro es una especie que mantiene sus mayores niveles de incidencia en el océano Índico y el Pacífico sudoccidental; mientras que el pez aguja corta es una especie que prefiere aguas oceánicas del Pacífico central.

Del seguimiento de los índices de abundancia relativa de los recursos destinados a la pesca deportiva, en las aguas que circundan el Sur de la Península de Baja California, y de la intensidad de las actividades extractivas en la región, se concluye que las especies de mayor importancia para la pesquería deportiva se encuentran en una condición estable, e incluso presentan una tendencia ascendente, al menos durante los años siguientes a 1990 (fig. 1).

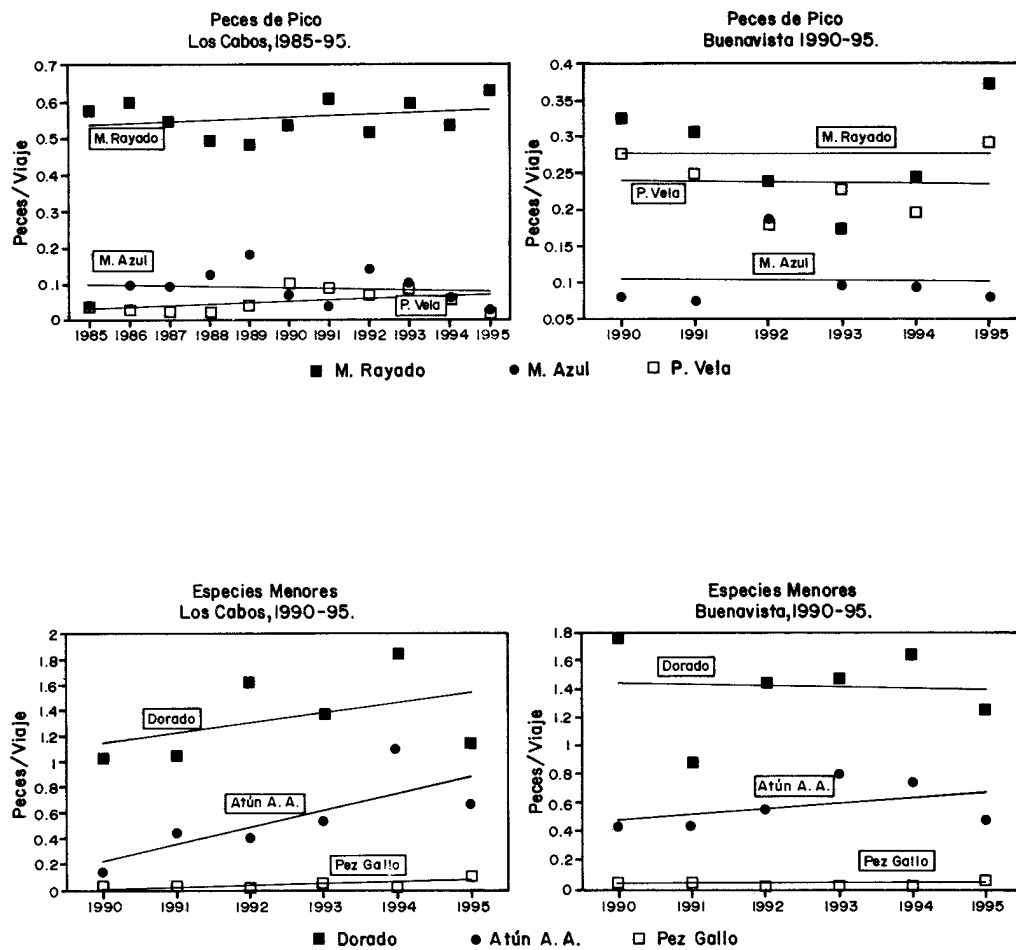


Figura 1.- Tendencias en las tasas de captura de picudos y especies menores en las zonas de Los Cabos y Buenavista, B.C.S.

Evidentemente, la suspensión de las actividades de la flota palangrera en áreas cercanas a los centros turísticos de la región, ha contribuido para la estabilización y recuperación de las tasas de captura de las principales especies de peces de pico, aunque algunas especies como el marlin azul, el pez vela y el atún aleta amarilla, parecen haber sido favorecidas por una elevación de la temperatura media superficial del mar, inducida por el fenómeno de "El Niño" de 1992-93 (Klett *et al.*, 1993).

En lo referente al valor de la producción, Ditton, *et al.* (1996) estimaron el gasto de pescadores deportivos, directamente relacionado con viajes de pesca deportiva, en las áreas de Los Cabos y Buenavista, en 23997763 dólares estadounidenses. Dentro del costo anterior consideraron diversos conceptos como transporte en automóvil a México, uso de otro medio de transporte en México, licencias, tarifas de inscripción a torneos, alojamiento, comidas, bebidas y propinas y otros no especificados. A dicha cantidad aplicaron un multiplicador económico de 2.25 (considerado como moderado por los autores) para medir el impacto indirecto de la derrama generada por los servicios de pesca deportiva contratados, con lo que el monto anterior ascendería a 53994967 dólares. El citado multiplicador económico corresponde al valor monetario generado por el reciclado de cada dólar de gasto, antes de abandonar la economía del Estado.

Colateralmente, los gastos adicionales derivados de su estancia, durante los días que no realizaron actividades de pesca, se estimaron en 20229030 dólares, sin incluir el costo de pasajes aéreos, o de 44411914 dólares, incluyendo tarifas aéreas. En éste último caso, el impacto económico total, para la economía del Estado de Baja California Sur, podría ascender a 99926807 dólares estadounidenses al año. Para los cálculos anteriores, los citados autores estimaron un total de 27994 operaciones contratadas con una flota de 333 embarcaciones. El promedio de días efectivos de pesca por pescador fue de 3.12, con una estancia media de 5.73 días, por viaje y por año. Cabe aclarar, que tanto el tamaño de la flota, como el número de operaciones estimados por Ditton *et al.* (1996) fueron significativamente superiores a las del PMPD, que por su parte y como ha sido reconocido en el presente trabajo, subestiman las cifras reales.

I.G. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Los productos de la pesca deportiva son destinados al consumo humano directo, ahumado y taxidermia; cuando son para consumo directo (parcial o totalmente) los peces son fileteados y/o congelados enteros para su traslado. Si el producto se destina al ahumado, el servicio puede ser contratado para especímenes enteros o por cantidades predeterminadas en el mismo muelle de desembarque. Igualmente los servicios de taxidermia se contratan directamente con un representante de la empresa dedicada a esta actividad.

En situaciones en las cuales el pescador deportivo decide no conservar la totalidad de su captura, los productos excedentes se reparten entre la tripulación, trabajadores de la empresa que prestó el servicio de pesca deportiva, o fileteadores independientes; frecuentemente, éstos últimos acaparan cantidades considerables de pescado, que después comercializan clandestinamente.

II. POTENCIAL

II.A. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL DE CAPTURA

La evaluación del potencial pesquero de las poblaciones que constituyen el grupo de los peces de pico en el Océano Pacífico ha sido ensayada por diversos autores y casi en la totalidad de los casos se ha basado en las estadísticas de la flota palangrera japonesa, que es la que presenta las series de captura y esfuerzo de mayor cobertura espacio-temporal. Sin embargo, los resultados obtenidos han sido notoriamente inconsistentes, debido a diferencias en los períodos analizados y a la diversidad de criterios utilizados para delimitar las respectivas unidades de reservas (Klett, 1992).

Joseph (1981) estimó el potencial de los peces de pico en el Océano Pacífico Oriental (al este de los 130° W) de 285 mil a 310 mil organismos (13000 a 18000 t) con un esfuerzo de 50 millones de anzuelos anuales. De este potencial, entre 40 y 50% podría ser extraído de la ZEE del Pacífico mexicano con un esfuerzo entre 10 y 15% del total aplicado en el Pacífico Oriental. Las cifras anteriores equivalen a alrededor de 132000 peces de pico, con un esfuerzo entre 4.6 y 6.4 millones de anzuelos anuales. El mismo autor (citado por Squire y Au, 1990) estimó la magnitud de la pesca deportiva en el Pacífico Mexicano entre 40 mil y 90 mil ejemplares anuales, de los cuales la mayor parte corresponde al pez vela (desde Acapulco hasta Mazatlán). Para el marlin rayado estimó una captura anual entre 7 y 15 mil ejemplares, cuya mayoría se obtienen alrededor del extremo meridional de la península de Baja California.

De acuerdo con el Informe Final del Comité Técnico de Peces Picudos y Especies Afines de 1987, el potencial pesquero del recurso en la ZEE del Pacífico mexicano asciende a 125000 individuos (3725 t de peso desembarcado) anuales, con un esfuerzo máximo sostenible de 6 millones de anzuelos por año. Dicho potencial quedaría distribuido como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14.- Distribución del potencial estimado de peces de pico en la ZEE del Pacífico mexicano.

Especie	No. de peces	Toneladas
Marlin rayado	90000	2700
Pez vela	25000	575
Pez espada	10000	450

Cabe aclarar, que la precisión de dicha estimación depende en alto grado de la distribución espacio-temporal del esfuerzo en relación con las áreas de dominancia de las especies, y considera una mortalidad por pesca deportiva constante y equivalente a la vigente durante el período 1967-1976, período sobre el cual se sustenta la estimación.

El uso de redes agalleras es una innovación relativamente reciente en la captura de peces de pico en aguas mexicanas y está dirigido fundamentalmente a la captura de pez espada y tiburones. Las prohibiciones en el empleo de palangre para la captura de peces de pico en la ZEE mexicana dieron por resultado el desarrollo de una flota de barcos con redes agalleras. Se ha reportado que en 1992 la Secretaría de Pesca otorgó 27 permisos de operación de redes agalleras y que 24 embarcaciones

están aplicando el sistema. Esta pesquería trabaja fundamentalmente a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California y ha pretendido incursionar en algunas áreas de la boca del Golfo de California. Las cifras estimadas de la producción de pez espada para 1991 varían entre las 900 a las 1080 t de captura anual, en filetes; y de 1170 a 1404 t estimadas de peso entero. Se desconoce el volumen de captura de marlin rayado y de pez vela del Pacífico logrado por esta flota con red agallera (Squire y Muhlia, 1993).

Respecto a la pesca deportiva, se tiene una estimación de la captura total de picudos de $14631 \leq 16907 \leq 19184$ y de especies menores $44971 \leq 53999 \leq 64011$ para los períodos 1985-1989 y 1990-1994, para el área de Los Cabos y Buenavista y en base a los registros obtenidos por el PMPD (tabs. 15 y 16).

Tabla 15.- Límites de confianza para la captura estimada de peces de pico, en las áreas de Los Cabos y Buenavista, B.C.S., con base en datos del Programa de Monitoreo de la Pesca Deportiva de 1990 a 1995.

Especies de peces de pico	Los Cabos		Buenavista	
	Lim. Inferior	Lim. Superior	Lim. Inferior	Lim. Superior
Marlin Rayado	7352	10386	2040	3105
Marlin Azul	587	1703	625	1264
Pez Vela	704	1511	1870	2508
Otros Picudos	33	74	5	17
Total Picudos	9606	12775	5025	6408

Tabla 16.- Límites de confianza para la captura estimada de especies menores en las áreas de Los Cabos y Buenavista, B.C.S., con base en datos del Programa de Monitoreo de la Pesca Deportiva de 1990 a 1995.

Especies menores	Los Cabos		Buenavista	
	Lim. Inferior	Lim. Superior	Lim. Inferior	Lim. Superior
Dorado	16344	25420	10712	15464
Atún Aleta Amarilla	4953	12129	4158	6438
Pez Gallo	241	969	215	501
Otras Esp. Menores	2104	2734	1791	3808
Total Esp. Menores	24402	39492	18569	24519

II.B. LIMITANTES DETECTADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

Es evidente que la mayor parte de las poblaciones que sostienen la pesquería deportiva en el estado de Baja California Sur, especialmente las de los peces de pico, los túnidos y probablemente algunas otras, registran potenciales que rebasan con amplitud la capacidad extractiva de la flota deportiva de la región (y posiblemente de todo el litoral del Pacífico mexicano) dado su reducido rango de acción. Sin embargo, el aprovechamiento comercial de dichos recursos, a niveles de

intensidad superiores a ciertos límites, ha producido descensos en los niveles de disponibilidad para la pesca deportiva, en zonas geográficas localizadas. En este contexto, es de fundamental importancia que la autoridad defina claramente su política en relación con el aprovechamiento de los recursos hasta ahora destinados a la pesca deportiva.

Por otra parte, la administración debe partir del conocimiento de su potencial explotable, así como de los niveles de esfuerzo pesquero que puede soportar en forma sustentable. Para ello, es requisito indispensable contar con información confiable sobre los niveles de captura y esfuerzo, que permitan la estimación de índices de abundancia. Sin embargo, debido a que en esta pesquería no se ha podido implementar un control efectivo de esta información, las estimaciones que se han realizado, han tenido que sustentarse en datos obtenidos directamente de algunos prestadores de servicios, así como en muestreos, que podrían contener algunos sesgos indeseables. Como consecuencia de lo anterior, las estimaciones resultantes no pueden considerarse como absolutas, ya que el número real de operaciones realizadas pudiera ser significativamente mayor.

Por otra parte, es necesario incrementar el conocimiento biológico-pesquero de los recursos así como su relación con el medio ambiente y con los factores económicos que interaccionan con el aprovechamiento de los recursos, que en el caso de esta pesquería constituyen un elemento fundamental para su desarrollo.

II.C. SUGERENCIAS SOBRE MODIFICACIONES DE LAS TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

El pescador deportivo y particularmente el dedicado a la pesca de altamar, generalmente pertenece a un sector económicamente privilegiado y por lo tanto, de elevada capacidad adquisitiva. Tal condición ha favorecido el desarrollo de una industria conexas orientada a la producción de implementos y accesorios tecnológicamente avanzados para la captura de estas especies. La utilización de dicha tecnología está a discreción de los mismos pescadores deportivos y no se puede decir que su uso sea, por sí mismo, nocivo para el recurso.

No obstante existen prácticas que frecuentemente resultan poco recomendables como es el caso del uso de carnada viva, que reduce la posibilidad de éxito en la liberación y supervivencia de los organismos capturados.

Otra práctica poco "deportiva", es el *cebado* de las zonas de pesca (arrojar carnada al agua) y que generalmente persigue el objetivo de capturar un número de ejemplares mayor del permitido. La normatividad vigente prohíbe explícitamente esta práctica durante actividades de pesca deportiva "normales", pero acepta su utilización, con fines "promocionales", para la celebración de torneos de pesca deportiva. En nuestro concepto, no hay evento más "deportivo" que la competencia que se establece durante el desarrollo de un torneo, por lo que la eliminación de la excepción a la norma debería ser considerada seriamente.

II.D. COMENTARIOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTORES

La captura obtenida en ocasiones rebasa los límites máximos legales. Ello es particularmente cierto en los casos del dorado y del atún aleta amarilla, por lo que es importante hacer respetar las cuotas de captura establecidos por la norma.

El legítimo propietario de los productos de la pesca deportiva es el mismo pescador deportivo y por tanto tiene derecho a disponer de ellos libremente. Con frecuencia, el pescador deportivo sólo desea conservar una parte del producto, quedando el excedente a disposición de despachadores y/o fileteadores, que en ocasiones comercializan el producto ilegalmente. El comercio clandestino de los productos de la pesca deportiva, se encuentra vinculado con la economía informal y se desarrolla aprovechando situaciones de ambigüedad e imprecisión jurídica, aunque en algunos casos, son los mismos pescadores deportivos quienes equipados con grandes hieleras y después de una estancia relativamente prolongada en alguna zona de abundancia, regresan a su país de origen con volúmenes equiparables a una captura comercial, violando la esencia del derecho que les fue otorgado con el permiso.

Ante esta situación cabría considerar si el establecimiento de límites diarios de captura por especie constituye una medida suficiente para detener el abuso referido, o se juzga pertinente incorporar alguna disposición que restrinja la exportación de los productos de la pesca deportiva. En tal caso sería necesario contemplar opciones respecto al destino del producto, que por efecto de la mencionada restricción, no pudiera ser retenida por el pescador (Klett *et al.*, 1991).

II.E. MODIFICACIONES REQUERIDAS POR EL ACTUAL RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN

Actualmente la expedición de permisos para la pesca deportiva no guarda relación con los mecanismos para el control estadístico de la captura y el esfuerzo (bitácora de pesca deportiva) según lo estipulado por la norma.

Los permisos para el ejercicio de la pesca pueden ser expedidos con diversas opciones de vigencia, lo que dificulta el seguimiento de los resultados de las actividades de pesca realizadas a través del sistema de bitácora, por el desfase temporal que se genera entre el momento de la adquisición del permiso y el ejercicio del mismo. Por lo anterior sería recomendable limitar la vigencia de los permisos de pesca deportiva a un máximo de un mes y vincular los mecanismos de expedición con la recuperación de las bitácoras respectivas.

Por ello se considera urgente insistir en la necesidad de implementar un mecanismo eficiente de captación de información, tanto del número de embarcaciones dedicadas a la pesca deportiva, como del número de operaciones y los resultados y circunstancias de las mismas. Aunque la legislación vigente contempla la captación obligatoria de dicha información, a través de la bitácora diaria de pesca deportiva, el sistema no ha logrado su operatividad. Tal situación se traduce en el desconocimiento de la capacidad extractiva de la flota, e impide la cuantificación de los niveles reales de captura, lo que a su vez repercute en la incapacidad para planificar el desarrollo y crecimiento de la pesquería, sobre bases que prevengan la sobreinversión.

BIBLIOGRAFÍA

- ABITIA-CÁRDENAS, L. 1992. Espectro trófico energético del marlin rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) y marlin azul *Makaira mazara* (Jordan y Snider, 1901) del área de Cabo San Lucas, BCS. México. *Tesis Maestría. CICIMAR. IPN.*
- ALVARADO-CASTILLO, R. 1993. Edad y crecimiento de *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1791) (Pisces: Istiophoridae) al sur del Golfo de California. *Tesis Maestría. CICIMAR. IPN.* 56 pp.
- ANÓNIMO. 1989. Estudios biológicos en dos especies de peces picudos en el área de Los Cabos, B.C.S., México. *Documento Interno. CICIMAR. IPN.* 49 pp.
- ANÓNIMO. 1990. Estudios biológicos en dos especies de peces picudos en el área de Los Cabos, B.C.S., México. *Documento Interno. CICIMAR. IPN.* 65 pp.
- BAUMGARTNER, R.T. & N. CHRISTENSEN. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *J. Mar. Res.* 43: 825-848.
- BEARDSLEY, G.L., N.R. MERRET, & W.J. RICHARDS. 1975. Synopsis of the biology of the sailfish *Istiophorus platypterus* (Shaw and Nodder, 1791). 137-152. *En: Stroud, R. (Ed). Planning the Future of Billfishes Research and Management in the '90s and Beyond.* Mar. Rec. Fish. 13. Proc. Int. Billfish Symp. 1988. Part 1: Fishery and Stock Synopsis. Data Needs and Management. NCMC, Savannah, Ga.
- BEEBE, W. 1941. A study of young sailfish (*Istiophorus*). *Zoologica. N.Y.* 26: 209-227.
- DE SYLVA, D.P. 1957. Studies on the age and growth of the Atlantic sailfish, *Istiophorus americanus* (Cuvier), using length frequency curves. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.* 7: 1-20.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994. Para Regular las Actividades de Pesca Recreativa en las Aguas de Jurisdicción Federal de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo No. 15-19. México, D.F.
- DITTON, R.B., S.R. GRIMES & L.D. FINKELSTEIN. 1996. A social and economic study of the recreational billfish fishery in the Southern Baja area of Mexico. *Prepared for the Billfish Foundation, in cooperation with the Los Cabos Sportfishing Association through a research contract with the Texas A&M University.* 50 pp.
- ELDRIDGE, M.B. & P.G. WARES. 1974. Some biological observations of billfishes taken in the Eastern Pacific Ocean. 1967-1970. 89-101. *En: Shomura, R.S. & F. Williams (Eds). Proc. Inter. Billfish Symp. 1972. Part 2. Review and Contributed Papers.* U.S. Dep. Commerce. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- GONZÁLEZ, A.R., R. FUNES & V.A. LEVY. 1993. Primer registro de larvas de marlin rayado (*Tetrapterus audax*) en las costas de Jalisco, Pacífico oriental mexicano. *Rev. Biol. Trop.* (Ed. Esp.): 919-920.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, A. 1994. Patrón reproductivo del pez vela (*Istiophorus platypterus* Shaw y Nodder. 1791) al sur del Golfo de California. *Tesis Maestría. CICIMAR. IPN.*
- HOWARD, J.K. & S. UEYANAGI. 1965. Distribution and relative abundance of billfishes (Istiophoridae) of the Pacific Ocean. *Univ. Miami Inst. Mar. Sci. Stud. Trop. Oceanogr.* (2): 134 pp.

- JOSEPH, J. 1981. Confidential report on the development of a mexican longline fishery. *Documento Interno. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 23 pp.
- KLETT, A. & S. RODRÍGUEZ. 1989. Contribución al estudio del desarrollo gonádico del marlín rayado *Tetrapturus audax* (Philippi. 1887). *Mem. VII Simp. Inter. Biól. Mar.* 45-53.
- KLETT, A., S. CASTRO & C. GÓMEZ. 1993. Comportamiento de las especies reservadas a la pesca deportiva en el Estado de Baja California Sur. Un breve análisis de las tendencias de sus índices de abundancia relativa, de 1985 a 1993. Documento elaborado a solicitud de la Comisión de Asuntos Pesqueros de la VII Legislatura al Congreso del Estado de Baja California Sur. *SEPESCA-INP-CRIP La Paz*, BCS.
- KLETT, A., S. CASTRO & C. GÓMEZ. 1994. Informe técnico anual de resultados de las investigaciones realizadas durante el ejercicio 1993. *Documento Interno. CRIP La Paz*. IPN. SEPESCA.
- KLETT, T.A., G.S. CASTRO & R.C. GÓMEZ. 1991. Propuesta de normas de regulación a la pesca deportiva. Dictámen y opinión técnica sustentada en el resumen sinóptico intitulado Estado biológico pesquero de las especies reservadas a la pesca deportiva en Baja California Sur. *Documento interno. CRIP- La Paz*. INP. SEPESCA.
- KOTO, T. 1963. Some considerations on the growth of marlins, using size frecuencies in commercial catches. III. Attempts to estimate the growth of striped marlin *Tetrapturus audax* (Philippi) in the western North Pacific Ocean. *Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab.* 17: 87-92.
- KOTO, T. & K. KODAMA. 1962. Some considerations on the growth of marlins, using size frecuencies in commercial catches. I. Attempts to estimate the growth of sailfish. *Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab.* 15: 97-107.
- KUME, S. & J. JOSEPH. 1969b. Size composition and sexual maturity of billfish caught in the eastern Pacific Ocean, east of 130°W, 1964-1966. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 2: 115-162.
- LIZÁRRAGA-CHÁVEZ, L. 1989. Análisis estadístico de las capturas en la pesca deportiva de la Familia Istiophoridae, especies: pez vela *Istiophorus platypterus* y marlín rayado *Tetrapturus audax*, temporadas 1983-1984 y longitud-peso y fecundidad en el pez vela, temporada 1984, en aguas cercanas a Mazatlán, Sinaloa, México". *Tesis Prof. Fac. Cienc.* Univ. de Guadalajara. 49 pp.
- MACÍAS-ZAMORA, R., A. VIDAURRI-SOTELO & H. SANTANA-HERNÁNDEZ. 1994. Análisis de la tendencia de captura por unidad de esfuerzo en la pesquería del pez vela en el Pacífico Mexicano. *Cienc. Mar.* 20(3): 393-408.
- MERRET, N.R. 1971. Aspects of the biology of billfishes (Istiophoridae) from the Indian Ocean. *J. Zool. London.* 163: 351-395.
- NAKAMURA, I., T. IWAI, & K. MATSUBARA. 1968. A review of the sailfish, spearfish, marlin and swordfish of the world. *Kyoto Univ. Misaki Mar. Biol. Inst. Spec. Rep.* 4: 95 pp.
- OCHOA-BAÉZ, R.I., G. PONCE-DÍAZ, F. GALVÁN-MAGAÑA, P. GONZÁLEZ-RAMÍREZ, S. ORTEGA-GARCÍA, J.R. TORRES-VILLEGAS, E. ARCOS-HUITRON, G. GARCÍA-MELGAR, M. CAMACHO-VÁLDEZ & M. ZAMARRON. 1989. Estudios biológicos en dos especies de peces picudos en el área de Los Cabos, B.C.S., México. *Documento Interno. CICIMAR*. IPN.

- PONCE, G. & F. GALVÁN. 1989. El alimento de los peces de pico. Proyecto Estudios Biológicos en dos especies de picudos en el área de Los Cabos, B.C.S. *Bol. CICIMAR*. IPN. 2.
- PONCE, G., S. ORTEGA & P. GONZÁLEZ. 1991. Análisis de tallas y relación peso-longitud del marlin rayado, *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) en Baja California Sur, México. *Cienc. Mar.* 17(4): 69-82.
- RIVAS, L.R. 1974. Synopsis of biological data on blue marlin *Makaira nigricans* Lacepede, 1802. 1-16. *En: Shomura, R.S. & F. Williams (Eds). Proc. Inter. Billfish Symp. 1972*. Part 3. Species Synopses. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- ROYCE, W.F. 1957. Observations on the spearfishes of the Central Pacific. U.S. Wildl. Serv. Fish. Bull. 57: 497-554.
- SECRETARÍA DE PESCA. 1992. *Ley de Pesca y su Reglamento*. ISBN-968-812-260X. 1a. Ed.
- SQUIRE, J.L. & D.W.K. AU. 1990. Striped marlin in the Northeast Pacific.- A case for local depletion and core area management. 199-214. *En: Stroud, R. (Ed). Planning the Future of Billfishes. Research and Management in the 90's and Beyond*. Mar. Rec. Fish. 13. Proc. Int. Billfish Symp. 1988. Part 2. Contributed Papers. MCMC, Savannah, Ga.
- SQUIRE, J. & MUHLIA-MELO. 1993. Revisión de las pesquerías de marlin rayado (*Tetrapturus audax*) pez espada (*Xiphias gladius*) y pez vela (*Istiophorus platypterus*) y de la administración de estos recursos que los Estados Unidos y México aplican en el Noroeste del Océano Pacífico. *Reporte administrativo Interno. Southwest Fisheries Science Center*. NMFS. 44 pp.
- SQUIRE, J.L. & Z. SUZUKI. 1990. Migration trends of striped marlin (*Tetrapturus audax*) in the Pacific Ocean. 67-80 *En: Stroud, R. (Ed). Planning the Future of Billfishes. Research and Management in the 90's and Beyond*. Mar. Rec. Fish. 13, Proc. Int. Billfish Symp. 1988. Part 2. Contributed Papers. MCMC, Savannah, Ga.
- STRASBURG, D.W. 1970. A report on the billfishes of the Central Pacific Ocean. *Bull. Mar. Sci.* 20: 575-604.
- UEYANAGI, S. 1964. Description and distribution of larvae of five Istiophorid species in the Indo-Pacific. *Mar. Biol. Assoc. Mandapam Camp. India*. Proc. Symp. Scombroid Fishes, Part 1: 499-528
- UEYANAGI, S., & P.G. WARES. 1974. Synopsis of biological data on striped marlin *Tetrapturus audax* (Philippi), 1887. 132-159. *En: Shomura, R.S. & F. Williams. (Eds). Proc. International Billfish Symp. 1972*. Part 3. Species Synopses. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- WARES, P.G. & G.T. SAKAGAMA. 1974. Some morphometrics of billfishes from the eastern Pacific Ocean. 107-120. *En: Shomura, R.S. & F. Williams. (Eds). Proc. Inter. Billfish Symp. 1972*. Part 2. Review and Contributed Papers. U.S. Dep. Commerce. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- YABE, H. 1953. On the larvae of sailfish *Istiophorus orientalis* collected in the southern Sea of Japan. *Contrib. Nankai Reg. Fish. Res. Lab.* 6: 10.

APENDICE

A continuación se presenta un listado de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) Acuerdos y Avisos que ha expedido el gobierno federal para regular la pesquería de los peces de pico en nuestro país.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Acuerdo que regula el aprovechamiento de las especies marlin, pez vela y pez espada conocidos comúnmente como Picudos, en la Zona Económica Exclusiva del Litoral del Océano Pacífico, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 1987.

Esquema por el que se Establece un Esquema de Regulación para la Pesca Deportivo-Recreativa, para regular las actividades de pesca deportivo recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado en marzo de 1991.

Acuerdo por el que se Reforma el que Establece un Esquema de Regulación para la Pesca Deportivo-Recreativa, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de junio de 1991.

Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOMEM-001-PESC-1994, para regular el aprovechamiento de las especies que son objeto de la pesca deportivo recreativa en las aguas de jurisdicción federal en los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de junio de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, para regular las actividades de pesca deportivo recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de mayo de 1995.

PESQUERÍA DE *Gelidium robustum*

Margarita Casas Valdez y Claudia Judith Hernández Guerrero

RESUMEN

La pesquería de *Gelidium robustum* en México tiene un carácter regional, ya que se desarrolla en la costa occidental de la península de Baja California, desde Punta Descanso, B.C. hasta Punta Prieta, B.C.S. Su cosecha se realiza mediante el buceo tipo Hooka, durante todo el año, siendo de mayo a octubre cuando se extrae con mayor intensidad. Las algas *Gelidium robustum* cosechadas tienen dos destinos, uno es la exportación del producto seco como materia prima para la industria extranjera del agar-agar, polisacarido de alto valor en el mercado y otra fracción se destina a la compañía Agar-Mex de Ensenada, B.C., en donde también se procesa para obtener agar. Existe otra planta en Bahía Tortugas, B.C.S., que tiene una capacidad instalada para producir 240 toneladas anuales, sin embargo, hasta la fecha sólo se han realizado producciones limitadas para su valoración en el mercado, debido a problemas de calidad y comercialización del producto. En Baja California Sur, considerando el área concesionada a cada Cooperativa se identifican seis zonas de explotación; Zona 1 comprende Isla Natividad; Zona 2, Punta Chester Rock; Zona 3, de Punta Eugenia a Bahía Tortugas; Zona 4, de Puerto Escondido a Punta San Pablo; Zona 5, de Punta San Pablo a Bahía Asunción y Zona 6, Punta Prieta, los porcentajes del volumen total cosechado que aportó cada una de 1968 a 1994 son; 10.7%, 6.2%, 65.2%, 10.2%, 6.9% y 0.8% respectivamente. Las capturas en Baja California Sur, han tenido amplias fluctuaciones, de 1968 a 1977 variaron entre 9 y 236 toneladas (131 t promedio anual) mientras que en el período comprendido de 1978 a 1991 la captura promedio anual fue de 547 t lo que significó un incremento del 76%, con un máximo de 690 t en 1984; de 1992 a 1994 se observa una reducción en las capturas (321 t promedio anual). Actualmente no se cuenta con medidas de regulación para la explotación de este recurso.

I. CARACTERÍSTICAS ACTUALES

I.A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PESQUERÍA

La pesquería del alga *Gelidium robustum* en México tiene un carácter regional, ya que se desarrolla en la costa occidental de la península de Baja California, desde Punta Descanso, B.C., hasta Punta Prieta, B.C.S. *G. robustum* fue la primera especie de alga marina en ser objeto de explotación en México, remontándose su extracción a los años treinta según se menciona en el Boletín de Actividades Pesqueras de 1938 (Chapa, 1964). Actualmente ocupa el segundo lugar en producción de algas marinas en la península de Baja California.

G. robustum es utilizado como materia prima para la extracción del agar-agar, un polisacárido de alto valor en el mercado que se emplea como estabilizador, emulsificador, condensador y agente gelificante. Es ampliamente utilizado en bacteriología para la elaboración de medios de cultivo, en la industria alimenticia se utiliza en licores y cervezas por sus características clarificantes; y en farmacéutica proporciona un efecto retardador en la liberación de drogas medicinales (Molina, 1986).

Es la única macroalga que se industrializa en nuestro país, por lo que la producción de agar en México depende exclusivamente de este recurso (Zertuche, 1993). México contribuye con el 10% de la producción mundial de gelidiales, colocándose en el sexto lugar (McHugh, 1991). Los ingresos que México obtiene por venta de algas y agar fluctúan en alrededor de cuatro millones de dólares al año (Zertuche, 1993).

I.B. CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO SUJETO A EXPLOTACIÓN

Esta pesquería está constituida por la especie *Gelidium robustum* (Gardner) Hollenberg y Abbott, conocida comúnmente como Gelidio, Sargazo o Sargazo rojo, que es un alga que pertenece al Orden de las Gelidiales.

No está establecida una talla de cosecha para *Gelidium robustum*, por lo que se extraen todas las tallas presentes en los mantos sujetos a explotación. Sin embargo, se señala que en promedio las plantas se cosechan a una talla de 30 cm, llegando a alcanzar hasta 1 m (Guzmán del Proo *et al.*, 1986)

Las áreas de cosecha se localizan en puntas y cabos rocosos desde Punta Descanso hasta Santa Rosalillita, Isla Cedros y Benitos; y desde Isla Natividad y Chester Rock hasta Punta Prieta (Guzmán del Proo *et al.*, 1986). En dichos lugares, los mantos de *Gelidium robustum* se encuentran en forma de parches llamados por los pescadores piedras sargaceras (Espinoza y Rodríguez, 1992). Hasta 1979 el número de áreas permisionadas comprendía 70, de las cuales la más frecuentemente explotadas fueron: Punta Descanso, Xatay, Punta San Miguel, Islas Todos Santos, Santo Tomás, Punta China, Suroeste de Punta Piedra, San Juan de las Pulgas, Punta San José, San José Sur, Punta Cabras, San Isidro, Ejido Eréndira, Punta Colnett, San Telmo, Camalú, Isla San Martín (La Chorera), El Socorro, El Campito, El Rosario, Punta Baja, Isla San Jerónimo, Sureste de Punta San Fernando, Noroeste de Punta San Carlos, Punta Canoas, La Colorada (Isla Cedros), San Quintín, Isla Natividad, Chester Rock, Punta Eugenia, Punta Quebrada, Bahía Tortugas (El

Rincón), Puerto Escondido, Puerto Nuevo, Bahía Asunción, Isla San Roque y Punta Prieta (Guzmán del Proo *et al.*, 1986).

I.C. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL RECURSO

G. robustum es una planta erecta, color rojo vino con ejes inferiores no ramificados. La parte superior presenta una ramificación lateral pinada, plana y de contorno piramidal. Presenta una altura promedio de 31 a 37 cm aunque pueden encontrarse especímenes hasta de 1 m (Guzmán del Proo *et al.*, 1986).

Su ciclo de vida es trifásico con alternancia de generaciones. Presenta gametofitos masculino y femenino de vida libre (haploides) y dos fases diploides, una de vida libre (el tetrasporofito) y otra (el carposporofito) que parasita al gametofito femenino (fig. 1). En la reproducción se

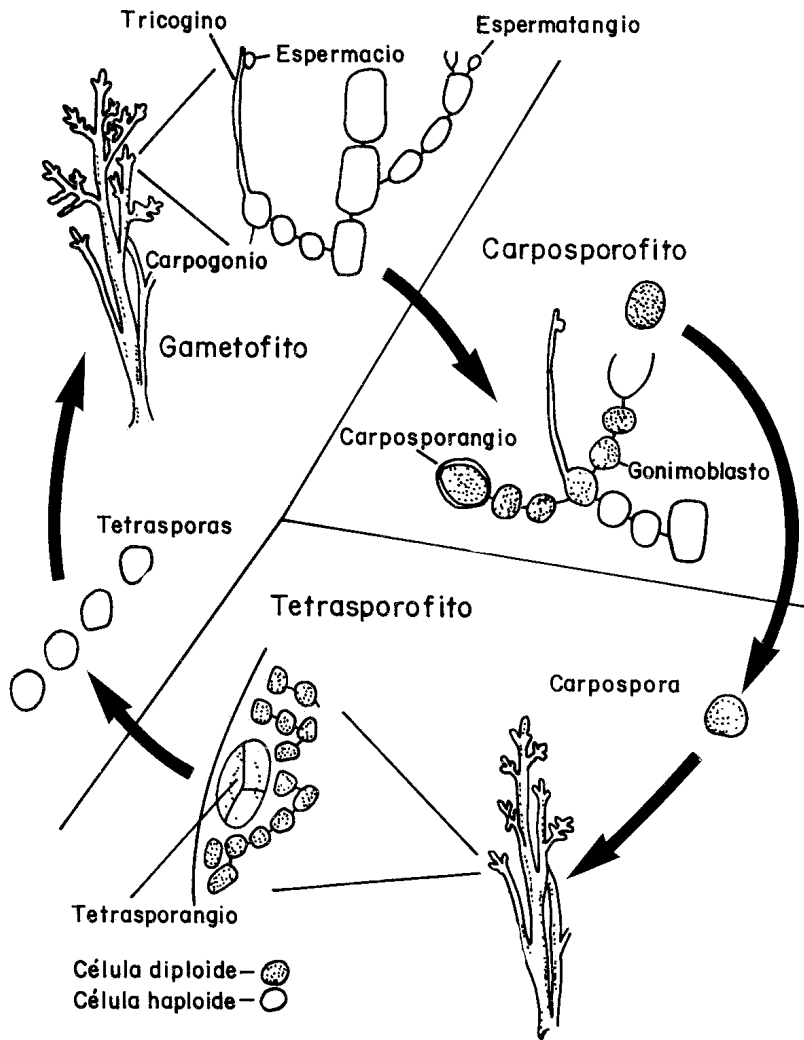


Figura 1. Ciclo de vida de *Gelidium robustum*.

producen espermatias, las cuales son llevadas pasivamente por la corriente del agua al órgano femenino (carpogonio). La fertilización del carpogonio produce gonimoblastos que forman carposporangios y carposporas diploides. Las carposporas producen un tetraesporófito diploide, el cual posteriormente da lugar a tetraesporas haploides. Las tetraesporas son generalmente más grandes que las carposporas y completan el ciclo de vida por medio de la germinación del gametofito (Kathleen y Sheath, 1990).

En poblaciones naturales se encuentra una proporción de 12:1 talos tetraspóricos/carpospóricos prácticamente todo el año Guzmán del Proo *et al.* (1972). La reproducción vegetativa por clones está muy extendida en esta especie y es muy probable que este tipo de reproducción juegue un papel importante en la regeneración de los bancos después de la cosecha.

Las algas de esta especie se localizan desde la línea de más baja marea hasta una profundidad de 15 a 16 m. Algunos autores como Dawson *et al.* (1960) la citan hasta 20 m. Es característica de fondos rocosos con oleaje de gran intensidad y movimiento continuo; forma bancos densos en hábitats sombreados. La especie está confinada principalmente al piso infralitoral y su distribución parece estar determinada por la luz y la temperatura (Santelices, 1974 citado en Guzmán del Proo *et al.*, 1986). Aparentemente el factor más crítico que limita verticalmente su extensión hacia niveles superiores es la desecación.

I.D. TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

Durante la década de los años treinta, la cosecha la realizaban buzos de escafandra cuyo equipo consistía en un pangón de 5 m de largo con motor de diesel, un compresor de aire y una panga; en la maniobra participaban además del buzo tres ayudantes. El traje del buzo consistía en un vestido de lona ahulada que no permitía el paso de aire, un par de zapatos de fierro de 20 kg cada uno, un cabezote de bronce de tres vistas, el cual se atornilla a la pechera del traje; el aire llegaba a la cabeza del buzo, llenando el traje y se regula mediante una válvula (Huerta-Múzquiz, 1961).

En los años sesenta el buceo con traje de escafandra fue sustituido por el buceo tipo Hooka, en el cual se utiliza un traje de neopreno que da más movilidad. A partir de entonces el equipo de pesca consta de una lancha de madera o fibra de vidrio denominada localmente panga, de 16 a 18 pies de eslora con motor fuera de borda de 40 a 60 H.P. y compresor de 1 a 2 pistones. La tripulación está integrada por el buzo, el remero y el cabo de vida; a este último se le denomina así por ser la persona que cuida de la manguera y del cabo de seguridad.

Para extraer el recurso, el buzo sargacero (que se encuentra conectado a la embarcación por un cabo de seguridad y una manguera de 27 brazas de longitud que le suministra aire), se desplaza en el fondo del mar arrancando a mano las algas que coloca en una bolsa de malla (jaba), la cual se iza manualmente a bordo cuando está llena. Una vez en la playa, las algas son secadas al sol y posteriormente mediante una prensa se forman pacas de 60 kg en promedio (Guzmán del Proo *et al.*, 1986). La relación peso húmedo a seco de *Gelidium robustum* es de 3:1 considerando el secado al sol o bajo techo (Castro y Uribe, 1991).

La cosecha de este recurso se realiza durante todo el año, aunque en los meses de mayo a octubre se extrae con mayor intensidad (Casas-Valdes y Fajardo-León, 1990).

I.E. RÉGIMEN ACTUAL DE ADMINISTRACIÓN

Actualmente no se cuenta con medidas de regulación para la explotación del recurso *Gelidium robustum*. La autorización para la extracción de este recurso se basa en concesiones o permisos. Las primeras pueden ser hasta por 20 años; mientras que los permisos son anuales, ambas autorizaciones son otorgadas por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

Cabe mencionar que debido al tipo de técnica de cosecha utilizada, se requiere de condiciones meteorológicas adecuadas por lo que el número de días para la cosecha se restringe aproximadamente a 120 días al año (Molina, 1986).

I.F. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES

Actualmente la explotación de este recurso está concesionada a las siguientes Sociedades Cooperativas: Pescadores Nacionales de Abulón, Buzos y Pescadores, La Purísima, Bahía Tortugas, Emancipación, California de San Ignacio, Leyes de Reforma, Productos Pesqueros Bahía Tortugas; así como a la empresa privada Agarmex. También extraen el recurso los siguientes permisionarios: Unión de Pescadores Mortera de Leyva, Unión Reforma Agraria Integral, Unión Valle Tranquilo, Unión José Guadalupe Paniagua Contreras, Agromarinos, S.A. y las Cooperativas Ensenada y Rafael Ortega Cruz.

Las características de las embarcaciones y las operaciones de pesca son iguales en cada concesionario o permisionario, las cuales se describieron anteriormente. El número total de embarcaciones de cada productor varía de un año a otro, dependiendo de las condiciones de mercado y del precio que se paga al buzo por el producto cosechado. Regularmente la flota total está integrada por 30 a 60 equipos.

Los productores no cuentan con instalaciones especiales para el manejo de *Gelidium robustum*, por lo que utilizan bodegas destinadas a otros recursos o simples techos en los cuales se encuentran las prensas para elaborar las pacas; es en estos sitios donde son almacenadas hasta su comercialización.

I.G. VOLÚMENES Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN

El volumen de captura nacional de los años 1968 a 1979 refleja básicamente el comportamiento de la captura de Baja California, ya que la cosecha de este Estado representó el 89% del total. En el período comprendido de 1980 a 1992, Baja California contribuyó con el 52%; mientras que Baja California Sur aportó el 47%, por lo que la captura nacional muestra la sumatoria de ambas entidades, con un promedio anual de 1178 t (fig. 2).

Para Baja California se encontró, que a partir de 1974 el volumen cosechado de *Gelidium robustum* se incrementó ampliamente, con un máximo de 3290 t en 1976, tendiendo a disminuir hasta 1982. A partir de este último año hasta 1992 la producción se ha mantenido más estable con un promedio anual de 597 t. Sin embargo, no se han podido recuperar los volúmenes cosechados en 1976.

La producción de *Gelidium robustum* en Baja California Sur, presentó una tendencia ascendente desde 1972 a 1991. De 1968 a 1977 las capturas fluctuaron entre 9 y 236 toneladas (131 t promedio)

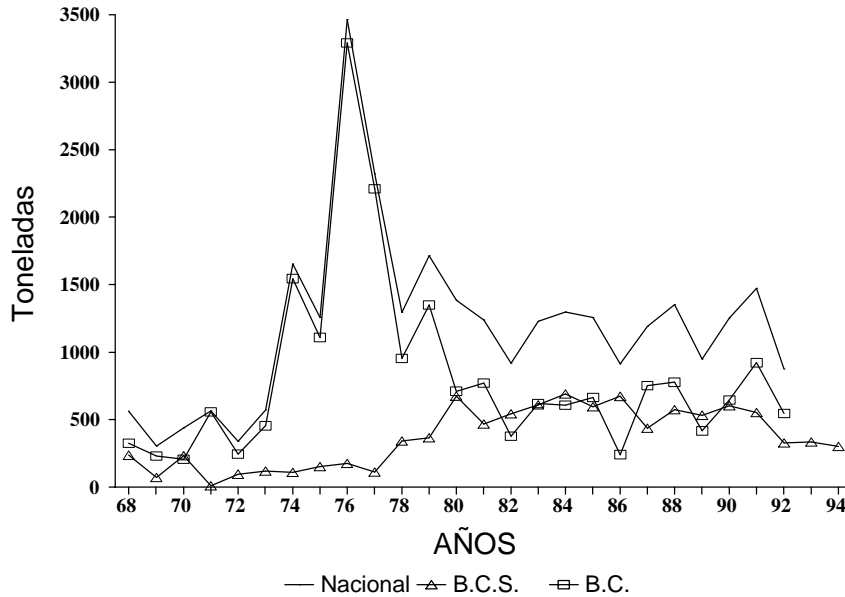


Figura. 2. Producción de *G. robustum* (peso seco) Nacional, en Baja California y Baja California Sur de 1968 a 1994.

anual); mientras que en el período comprendido de 1978 a 1991 la captura promedio anual fue de 547 t, lo que significó un incremento del 76% con un máximo de 690 t en 1984; de 1992 a 1994 se observa una reducción en las capturas.

Siguiendo la división propuesta por Casas y Fajardo (1990) para Baja California Sur (la cual se realizó considerando principalmente el área concesionada a cada cooperativa), se identifican seis zonas de explotación: Zona 1 comprende Isla Natividad; Zona 2, Punta Chester Rock; Zona 3, de Punta Eugenia a Bahía Tortugas; Zona 4, de Puerto Escondido a Punta San Pablo; Zona 5, de Punta San Pablo a Bahía Asunción y Zona 6, Punta Prieta (fig. 3).

Al analizar los volúmenes cosechados en cada zona durante un período de 27 años (1968-1994) se observó que las variaciones en la cosecha fluctúan ampliamente (fig. 4). La producción en Isla Natividad (zona 1), presenta tres períodos: de 1968 a 1977 con una producción promedio de 19 t; el volumen se incrementó hasta alcanzar un máximo de 160 t en 1985. Sin embargo, no pudo mantenerse esta producción y ha disminuido en los últimos años, fluctuando en un promedio anual de siete toneladas.

En el área de Chester Rock (zona 2) sólo se cosechó de 1973 a 1988, presentando amplias fluctuaciones con un máximo en 1980 de 148 t. El período de explotación más constante fue de 1979 a 1985 con un promedio anual de 64 toneladas.

En la zona 3, que comprende de Punta Eugenia a Bahía Tortugas, es muy notoria la constancia en la explotación, diferenciándose dos períodos: uno comprendido de 1968 a 1977 con una cosecha promedio de 92 t, y el otro de 1978 a 1994 con un promedio de 326 t y un máximo en 1990 de 548 t.

De Puerto Escondido a Punta San Pablo (zona 4), se observan fluctuaciones amplias en los volúmenes cosechados. Sin embargo, de 1978 a 1988 se extrajeron de manera regular mayores

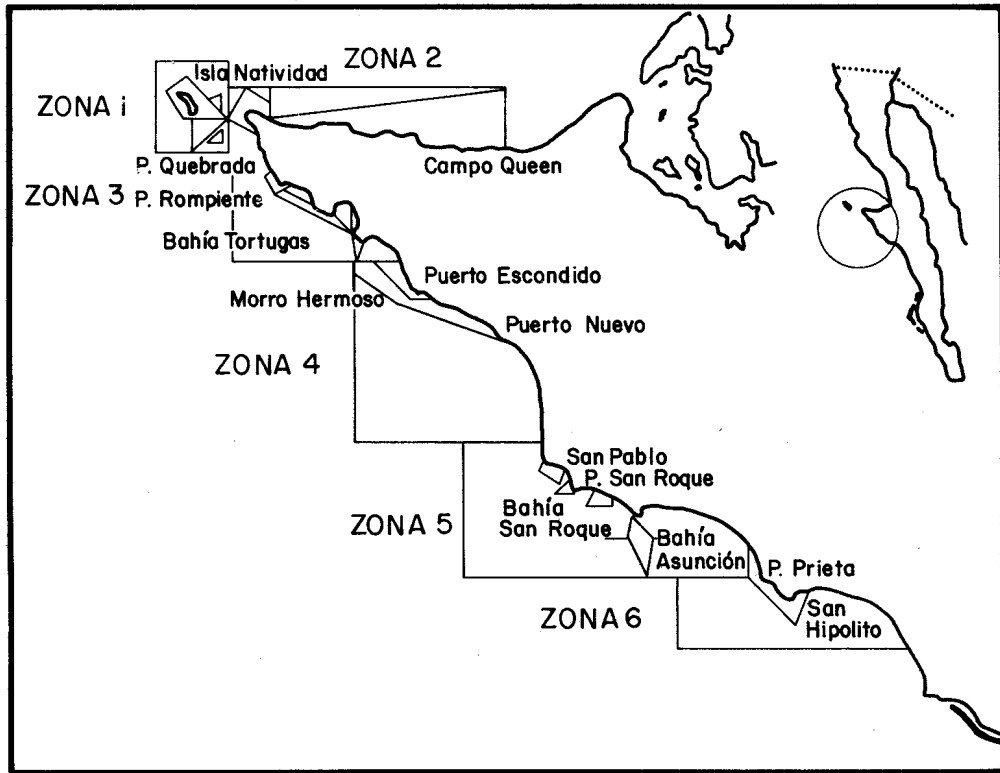


Figura 3. Zonas de explotación de *Gelidium robustum* en Baja California Sur.

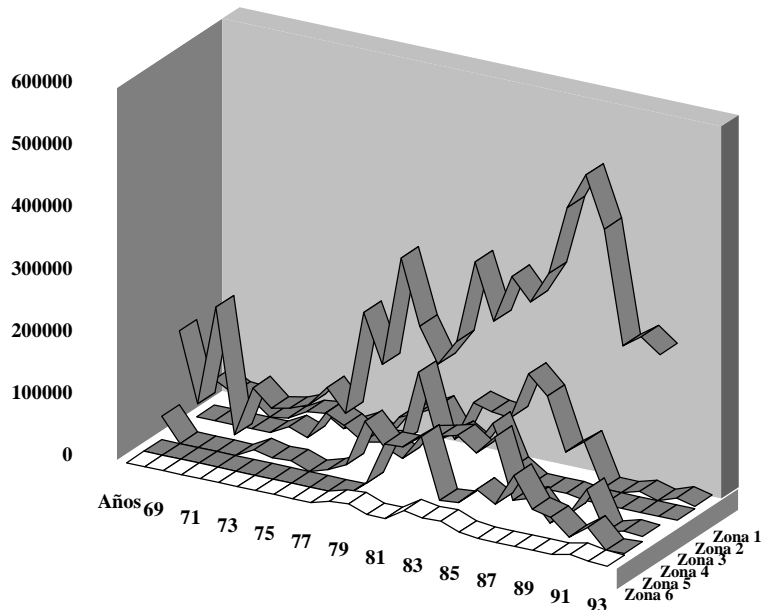


Figura 4. Producción de *Gelidium robustum* en las diferentes zonas de explotación en Baja California Sur de 1968 a 1994.

volúmenes, con un promedio de 74 t; el valor máximo (119 t) se obtuvo en 1986 y el mínimo de 0.3 t en 1989.

La explotación de *Gelidium robustum* de Punta San Pablo a Bahía Asunción (zona 5) se inició en 1980 y, en general, se ha observado una tendencia a la disminución en la producción desde 1983 a 1994, con una producción promedio de 39 t.

Los porcentajes del volumen total cosechado en Baja California Sur que aportó cada área de explotación de 1968 a 1994 son los siguientes: zona 1: 10.7%; zona 2: 6.2%; zona 3: 65.2%; zona 4: 10.2%; zona 5: 6.9% y zona 6: 0.8%. La aportación de esta última zona es sumamente limitada y los bajos volúmenes pueden deberse a que se encuentra cerca del límite sur de la distribución del recurso. Por el contrario, en la zona comprendida de Punta Eugenia a Bahía Tortugas se han extraído los mayores volúmenes de producción de Baja California Sur.

I.H. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Las algas *Gelidium robustum* cosechadas en México tienen dos destinos: uno es la exportación del producto seco como materia prima para la industria extranjera del agar, y otra pequeña fracción se destina a la compañía Agar-Mex de Ensenada, B.C., en donde se procesa para obtener agar de tipo bacteriológico y alimenticio. Existe otra planta industrial ubicada en Bahía Tortugas, B.C.S., que tiene una capacidad instalada para producir 240 toneladas anuales. Sin embargo, hasta la fecha sólo se han realizado producciones limitadas para su valoración en el mercado, debido a problemas de calidad y comercialización del producto.

G. robustum tiene un rendimiento de agar de 41 a 45%, por lo que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre las Gelidiales que producen más agar.

El precio de venta de *Gelidium robustum* que rige actualmente en el mercado varía en función de su calidad. Se han establecido tres clases: *Gelidium robustum* de primera, con un valor de 4500 pesos por tonelada seca; de segunda 3500 pesos por tonelada seca y de tercera a 2900 pesos por tonelada seca. La calidad está en función de la cantidad de epizosos presentes en el alga, principalmente conchilla (*Membranipora tuberculata*) y palmita (*Aglaophenia latirostris*) a mayor presencia de estos epizosos, menor calidad y precio.

El precio del agar alimenticio es de \$ 15 Dlls./kg, mientras que el de tipo bacteriológico tiene un precio de \$ 45 Dlls./kg. El costo de un kilo de agar representa aproximadamente 12.5 veces más que el de un kilo de alga seca (Zertuche, 1993).

II. POTENCIAL

II.A. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL DE CAPTURA

Aún no se cuenta con la información necesaria para estimar el potencial de esta pesquería. Sin embargo, se conoce que en Baja California Sur los mayores volúmenes de producción (65%) han sido extraídos de Punta Eugenia a Bahía Tortugas (Casas-Valdez y Fajardo-León, 1990; Casas-Valdez y Hernández-Guerrero, 1995). Asimismo, Castro y Uribe (1991) mencionan que aunque los mantos de esta zona ocupan la mayor extensión del litoral, no presentan los mayores valores de biomasa (kg/m^2). Para esta zona, la biomasa fue de 2.3 kg/m^2 de 1985 a 1987; mientras

que para Isla Natividad se obtuvo un valor de 2.8 kg/m². Un comportamiento similar ya había sido observado por Guzmán del Proo y De la Campa (1969), quienes estimaron para la zona de Bahía Tortugas una biomasa de 1.08 kg/m²; mientras que para Isla San Roque y Bahía Asunción fue de 2.06 kg/m² y 1.46 kg/m² respectivamente, lo que podría estar indicando que se está ejerciendo una alta presión de pesca. Una de las causas puede ser la calidad que presentan las algas de esta zona, ya que la presencia de epizooos es muy baja y en algunos casos nula (Aguilar y Aguilar, 1990), dando como resultado la intensificación en la explotación de estos bancos. Por lo tanto, para esta zona no se pronostica un incremento en la producción.

Si se considera la producción promedio obtenida en los períodos de explotación más constantes (1978-1990) en las zonas 1, 2, 4 y 5, que fue de 79 t, 44 t, 64 t, y 58 t respectivamente, puede esperarse que al aplicarse medidas de regulación adecuadas y estrategias de aprovechamiento óptimo, los volúmenes actuales de producción (38 t) se incrementen a 245 t en promedio. Por lo anterior, es de esperarse que en Baja California Sur puedan mantener los volúmenes de producción promedio de 550 t, valor que sólo podría incrementarse si se localizan mantos nuevos no sujetos a explotación.

II.B. LIMITANTES DETECTADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

Se considera que los bajos volúmenes de producción obtenidos en los últimos cuatro años se deben principalmente a que el esfuerzo pesquero se ha reducido, ya que el precio de compra de *Gelidium robustum* bajó de 3.11 Dlls./kg en 1991 a \$ 2.09 Dlls./kg en 1994, además de otros problemas de mercado.

Para alcanzar los máximos niveles de producción estimados se necesita del establecimiento de medidas de regulación pesquera y estrategias para el óptimo aprovechamiento de sus existencias; asimismo se requiere que la empresa industrializadora de agar-agar ubicada en Bahía Tortugas, B.C.S., opere de manera regular, para que se incremente la demanda de materia prima y solucionar los problemas de mercado.

II.C. SUGERENCIAS SOBRE MODIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

Desde los años sesenta *G. robustum* ha sido explotado mediante buceo tipo Hooka, el cual ha demostrado ser eficiente y además, dado el hábitat del recurso, no se recomienda utilizar un método diferente.

II.D. COMENTARIOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTORES

No se observa diferencia en el efecto sobre la producción cuando se efectúa por Sociedades Cooperativas o por empresas privadas. Lo que si se considera conveniente y necesario es que se

mantenga como concesión y no como permiso la explotación de este recurso, en virtud de que la concesión establece la obligatoriedad de mantener los rendimientos sostenidos del recurso.

II.E. MODIFICACIONES REQUERIDAS POR EL ACTUAL RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN

A pesar de que desde hace 39 años se ha llevado a cabo de manera continua la explotación de *G. robustum*, a la fecha no existen medidas de regulación para esta pesquería. Se considera necesario establecer la obligatoriedad del registro de bitácoras específicas para el recurso, ya que ésto permitiría recomendar el nivel de esfuerzo óptimo.

En algunas zonas se detecta traslape entre las áreas de pesca concesionadas a diferentes productores, por lo que se recomienda que la SEMARNAP lleve a cabo el reordenamiento de dichas áreas de pesca.

Se recomienda el establecimiento de la obligatoriedad a los productores de realizar una rotación en la explotación de los mantos, de manera que permita la recuperación de los mismos.

El establecimiento de medidas de regulación es importante, pero requiere que se efectúen estudios que permitan determinar el potencial real disponible de *G. robustum* a lo largo de su distribución, así como las épocas de reproducción y tasas de regeneración en las diferentes áreas; sólo así se podrá contar con elementos que permitan definir las cuotas de captura y la periodicidad de la cosecha.

Finalmente se recomienda el establecimiento de una Norma Oficial Mexicana que incluya todas las disposiciones actualmente obligatorias para los permisionarios y concesionarios, además de las que se consideren necesarias, para que sean de observancia general.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR-ROSAS, R. & L.E. AGUILAR-ROSAS. 1990. La conchilla contra el sargazo rojo. *Conciencia*. (5): 5-6.
- CASAS-VÁLDEZ, M.M. & C. FAJARDO-LEÓN 1990. Análisis preliminar de la explotación de *Gelidium robustum* (Gardner) Hollenberg y Abbott en Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 5(1): 83-86.
- CASAS-VÁLDEZ, M.M. & C.J. HERNÁNDEZ-GUERRERO. 1995. Análisis de la explotación de *Gelidium robustum* en la península de Baja California. *Memorias del 1er. Coloquio de Sistemática de Rhodophytas*. (en prensa).
- CASTRO-SALGADO, L. & F. URIBE. 1991. Estudio de manejo de *Gelidium robustum* (Gelidiacea:Rhodophyta) en Punta San Miguel, B.C. 1.2: Biomasa disponible en Punta San Miguel y otras zonas sujetas a explotación. *Mem. VII Cong. Nal. Oceanogr. SEPESCA*: 59-71.
- CHAPA-SALDAÑA, H. 1964. La explotación de algas en Baja California. *Trab. Divulg. Inst. Nac. Invest. Biol. Pesq.* 9 (84): 32 pp.
- DAWSON, E.Y., M. NEUSHUL & R.D. WILDMON. 1960. Seaweed associated with kelp beds along Southern California and North Western Mexico. *Pac. Not.* 1(14): 1-81.

- ESPINOZA, J. & H. RODRÍGUEZ. 1992. Rendimiento y fuerza de gel de *Gelidium robustum* (Gelidiales, Rhodophyta) de la parte central de la península de Baja California. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS*. 3(1): 1-10.
- GUZMÁN-DEL PROO, S.A., M. CASAS, A. DÍAZ, M.L. DÍAZ, J. PINEDA & M.E. SÁNCHEZ. 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 3(2): 1-63.
- GUZMÁN-DEL PROO, S.A. & S. DE LA CAMPA. 1969. Investigación sobre *Gelidium cartilagineum* en la costa occidental de Baja California, México. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 6:169-186.
- GUZMÁN-DEL PROO, S.A., S. DE LA CAMPA & J. PINEDA. 1972. Shedding rhythm and germination of spores in *Gelidium robustum*. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 7: 221-228.
- HUERTA, M.L. 1961. Especies aprovechables de la flora marina de la costa occidental de Baja California. *Acta Politécnica Mexicana*. 2 (10): 401-405.
- KATHLEEN, M.C. & R.G. SHEATH. 1990. *Biology of the Red Algae*. Cambridge Univ. Press. New York. 517 pp.
- McHUGH, D.J. 1991. Worldwide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*. 19-30. En: Juanes, J.A., B. Santelices & J.L. McLachlan (Eds). *International Workshop on Gelidium*. Kluwer Academic Publ. The Netherlands.
- MOLINA, J.M. 1986. Notas sobre tres especies de algas marinas: *Macrocystis pyrifera*, *Gelidium robustum* y *Gigartina canaliculata* de interés comercial en la costa occidental de Baja California. México. *Documento Interno. CRIP-Ensenada*. INP. 3:16-39.
- ZERTUCHE-GONZÁLEZ, J.A. 1993. Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en México. 33-37. En: Zertuche-González, J.A. (Ed). *Situación Actual de la Industria de Macroalgas Productoras de Ficocoloides en América Latina y el Caribe*. FAO Proyecto Aquila II. Documento de campo No. 13. México.

RECURSO *Macrocystis pyrifera*

Margarita Casas Valdez, Gustavo Hernández Carmona y Claudia Judith Hernández Guerrero

RESUMEN

El alga café *Macrocystis pyrifera* se cosecha comercialmente en México desde 1956, de Islas Coronado, B.C., a Bahía del Rosario, B.C., con un volumen anual promedio de 29469 t, pero se estima un potencial total de 100000 t, parte de las cuales se distribuyen de Bahía del Rosario, B.C. a Bahía Asunción, B.C.S., y no han sido explotados comercialmente. La cosecha se realiza con un solo barco de diseño especial; la producción se entrega a una compañía en California, E.U.A., donde la procesan para la obtención de alginatos. Los alginatos son polisacáridos de alto valor por sus propiedades como espesantes, gelificantes, estabilizantes, suavizantes y mordentes a bajas concentraciones, estas propiedades permiten una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias (alimenticia, medicinal, cosmética, textil, papelería, de cerveza, etc.). En Baja California Sur, se cuenta con un desarrollo tecnológico a nivel planta piloto para la producción de ácido algínico y sus sales de calcio, sodio y potasio. Las muestras producidas a este nivel indican que se obtienen productos competitivos en calidad y precio, por lo cual sólo se requiere promover el paquete tecnológico entre inversionistas para producirlos a nivel industrial. Se proponen acciones a seguir para el aprovechamiento industrial de *Macrocystis pyrifera*, entre las que destacan: la instalación de una planta industrial en Bahía Tortugas, debido a la cercanía con la materia prima y la disponibilidad de agua dulce para el proceso y su posible uso como alimento en cultivos de abulón. Se recomienda seguir aplicando el mismo método de cosecha, debido a que no causa efectos adversos sobre las algas, cuidando realizar el corte a una profundidad máxima de 1.2 m bajo la superficie del mar, en franjas alternadas y con una periodicidad aproximada de cuatro meses (dependiendo de la madurez de las frondas superficiales de los mantos).

I. CARACTERÍSTICAS ACTUALES

I.A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PESQUERÍA

La pesquería del alga *Macrocystis pyrifera* es de carácter regional, ya que su distribución comprende desde las Islas Coronado en Baja California hasta Punta San Pablo, B.C.S. La cosecha del sargazo gigante se inició en 1956 y por su volumen actualmente ocupa el segundo lugar entre los productos marinos que se explotan en Baja California.

M. pyrifera se utiliza para la obtención de alginatos, los cuales son polisacáridos de alto valor comercial que se encuentran en la matriz intercelular y la pared celular de las algas caféas. Los alginatos son utilizados como agentes espesantes, gelificantes, estabilizantes, suavizantes y mordentes. Tienen una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias como la alimenticia (aderezos para ensaladas, productos lácteos, alimentos enlatados, pasteles y helados), en la medicinal (emulsiones, encapsulados, pastillas, impresiones dentales), cosmética (cremas, lociones, perfumes), textil (para el apresto de telas y elaboración de tintes para estampados), papelería (revestimiento del papel), cervecera (para darle cuerpo y estabilizar la espuma de la cerveza) y en el revestimiento de varillas para soldar (Hernández-Carmona *et al.*, 1991).

I.B. CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO SUJETO A EXPLOTACIÓN

Esta pesquería está constituida por la especie *Macrocystis pyrifera* C. Agardh, 1821, conocida como Sargazo gigante o Sargazo flotante. La explotación de este recurso no se dirige hacia alguna talla en particular, ya que por el método de cosecha utilizado, sólo se aprovecha la porción superior (1.20 m) de los ejemplares. Los organismos se incorporan a la pesquería cuando sus frondas llegan a la superficie, lo cual dependerá de la profundidad a la que se encuentren; en promedio se localizan a 15 m de profundidad y por lo tanto ésta puede ser considerada la talla de reclutamiento a la pesquería.

Los mantos de sargazo gigante que se explotan están distribuidos a lo largo de la costa occidental de Baja California en el área comprendida de Isla Coronado a Bahía del Rosario. Los mantos sujetos a una mayor intensidad de cosecha son Islas Coronado, Punta Mezquite, Salsipuedes, San Miguel-El Sauzal, Isla Todos Santos, Punta Banda, Bahía Soledad, Santo Tomás, Punta China, Punta San José, Punta San Isidro, Punta San Telmo, Cabo Colnett, Isla San Martín, y arrecife Sacramento en la Bahía Rosario (Molina, 1986).

I.C. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL RECURSO

M. pyrifera es una especie característica de fondos rocosos, que forma mantos densos en grandes extensiones. Se puede encontrar a profundidades someras como es la zona de mareas hasta profundidades de 40 m, cuando existe la suficiente penetración de luz. El límite superior de su distribución parece ser controlado por la acción del oleaje y el inferior por la intensidad de la luz en el fondo. La distribución horizontal local frecuentemente está más controlada por la

disponibilidad de sustrato rocoso. Dentro de los principales factores ecológicos que afectan su supervivencia se encuentran los movimientos del agua y la acción del oleaje, la disponibilidad de nutrientes, temperatura del agua, disponibilidad de esporas viables, competencia, organismos ramoneadores, iluminación en el fondo y sedimentación (North, 1987).

Desde un punto de vista ecológico esta especie tiene gran importancia debido a que es un productor primario sobresaliente en el ecosistema, ya que provee sustrato para organismos epibiontes y constituye el hábitat de peces e invertebrados principalmente.

El ciclo de vida de *Macrocystis* consiste de una alternancia de generaciones dimorfas entre un esporófito macroscópico diploide y un gametófito microscópico haploide. Las zoosporas biflageladas se liberan de láminas reproductivas especializadas o esporofilos, situados cerca del sujetador del esporófito maduro. La producción de esporas inicia cuando el esporófito tiene de seis a doce meses de edad; las zoosporas dan resultado a un gametófito. Los gametófitos masculinos y femeninos se pueden diferenciar después de aproximadamente una semana (en cultivos de laboratorio); los masculinos producen células biflageladas móviles (anterozoides), mientras que los femeninos producen el óvulo, el cual se desarrolla en un embrión después de la fertilización. En unas pocas semanas, el crecimiento produce láminas diminutas apenas visibles a simple vista (1-2 mm de largo). Las divisiones posteriores y la aparición de frondas iniciales conduce al desarrollo de la morfología del adulto en la planta joven (fig. 1) (Guzmán del Proo *et al.*, 1986; North, 1987).

Aunque la producción de esporas es grande, sólo una pequeña fracción se fija en un sustrato adecuado y un número aún menor sobrevive de la fase microscópica del ciclo de vida para producir esporófitos (Anderson y North, 1966; Deysher, 1984). El tiempo requerido desde la aparición de las esporas hasta la formación del esporófito juvenil varía de aproximadamente 80 días en verano a 120 días en invierno, a una profundidad de 12 m (North, 1971). Con buena iluminación en aguas someras (2-5 m), se requiere aproximadamente de un año a partir de la liberación de las esporas hasta el desarrollo de un adulto maduro (Neushul, 1963 citado por North, 1971).

El período máximo de vida de las frondas es de aproximadamente seis meses, pero en muchas ocasiones puede ser menor por el deterioro ocasionado por tormentas, ramoneo o condiciones anómalas de temperatura. Una planta completa puede tener un período de vida de dos meses a varios años, dependiendo de los factores antes mencionados, que son las principales causas de la mortalidad de estas algas (North, 1987).

Las tasas de crecimiento de *M. pyrifera* encontradas en Bahía Tortugas, B.C.S. varían de 12.8 cm/día en verano hasta un máximo de 20.8 cm/día en invierno; mientras que en un manto sujeto a cosecha experimental en la misma localidad, fluctúan de 14.7 cm/día en primavera a 23.3 cm/día en invierno. Por lo que se refiere a la regeneración de la biomasa en mantos cosechados experimentalmente cada tres meses, la recuperación es mayor al 70% y se estima que en cuatro meses puede ser del 100% (Hernández-Carmona, 1996).

I.D. TÉCNICA DE EXPLOTACIÓN

Desde el inicio de la explotación de este recurso en Baja California, se ha utilizado el mismo método de cosecha, con un solo barco de diseño especial. Actualmente el barco cosechador se denomina "El Sargacero".

Para cortar el sargazo, la embarcación dispone en la proa de una rampa rectangular abatible, provista de un sistema de cuchillas aserradas que al deslizarse una sobre otra, actúan de manera

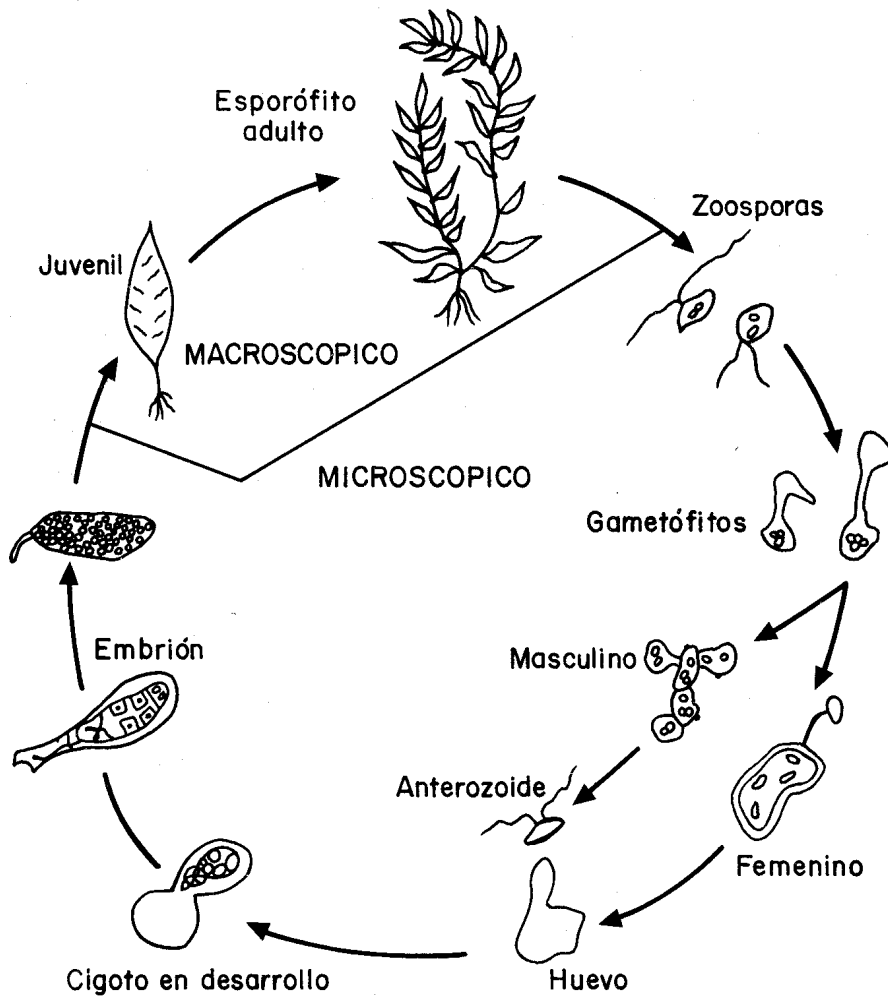


Figura 1. Ciclo de vida de *Macrocyctis pyrifera* (tomado de Guzmán del Proo et al., 1986).

semejante a tijeras. Estas cuchillas se encuentran al frente y a los lados de la rampa, que suele ser operada para el corte a una profundidad aproximada de 1.20 m. Una banda sinfín de la propia rampa recibe el sargazo cortado y lo transporta al depósito de almacenamiento que tiene una capacidad de 350 toneladas métricas de producto húmedo (De la Campa, 1974). La figura 2 muestra el diseño del equipo para cosecha que fue empleado inicialmente en California (Cameron, 1915).

El diseño de la embarcación consiste de una plantilla rectangular con 33.52 m de eslora, 9.75 m de manga y 2.70 de puntal. Utiliza diesel como combustible y desarrolla una velocidad de crucero de 10 nudos, pero la velocidad se reduce durante la cosecha, a tres nudos aproximadamente. Esta embarcación fue construida en Astilleros de Mazatlán, Sin. (De la Campa, 1974).

La tripulación consta de ocho hombres: el capitán, el contra maestre, el jefe de máquinas, el ayudante de máquinas, el cocinero y tres marineros; para la maniobra de cosecha uno de los

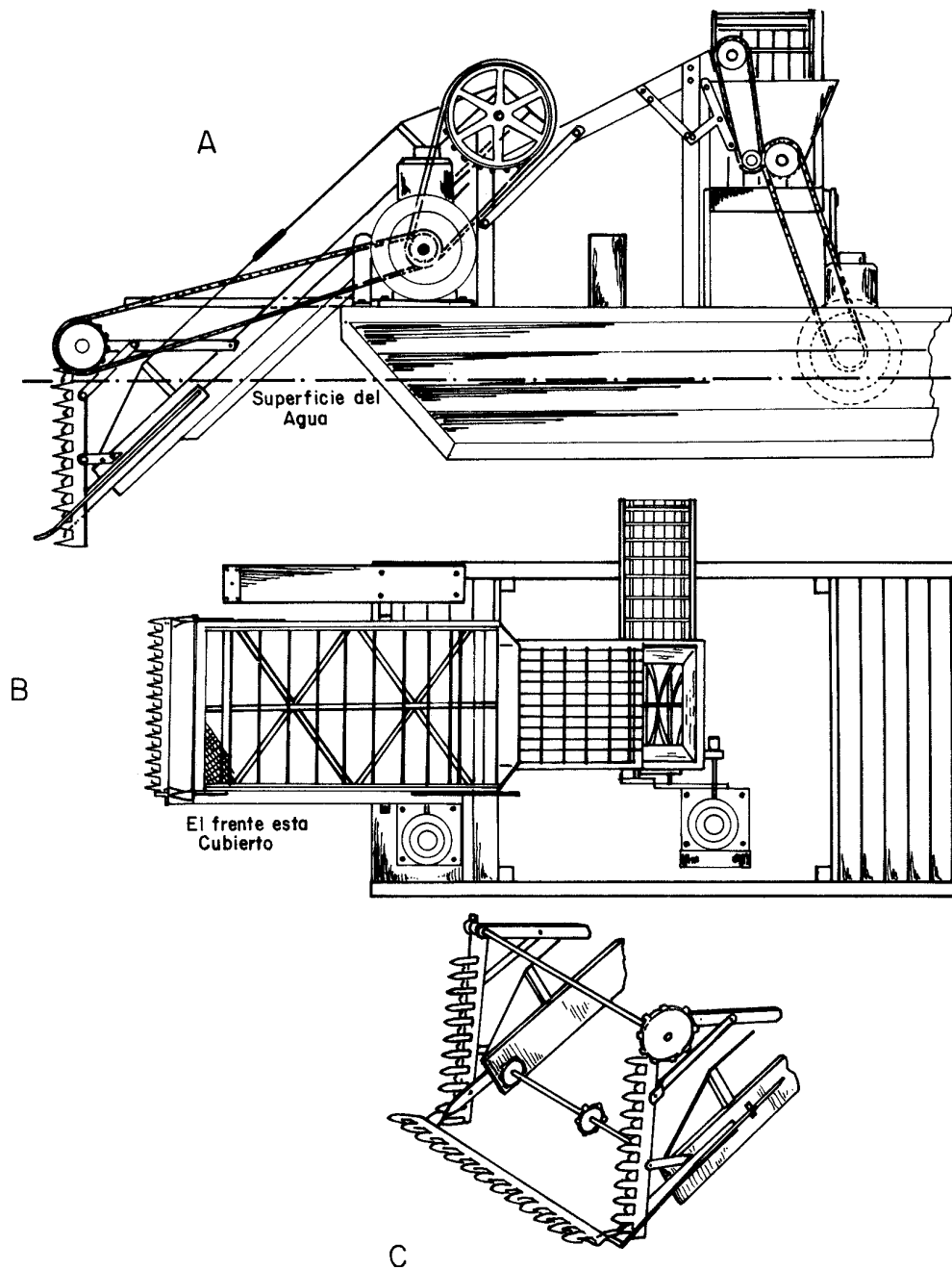


Figura 2. Diseño del equipo de cosecha de un barco sargacero (tomado de North, 1987). a) Vista lateral del barco cosechador de *Macrocystis*. El equipo de corte y la banda son similares a los que se usan actualmente. b) Vista superior del barco. El alga cortada se carga en una barcaza del lado de estribor, mientras la propulsión sobre el agua se suministra desde una plataforma separada. c) Vista en perspectiva mostrando detalles del quipo de corte localizado en la proa del barco cosechador.

marineros acomoda el sargazo en el depósito y los otros dos cortan las ramas de sargazo para que no se atoren en la banda sinfín (De la Campa, 1974).

La cosecha se realiza siempre durante el día, iniciando entre seis y siete de la mañana. El tiempo de operación varía según la época del año, dependiendo fundamentalmente de la abundancia del producto, pero en promedio la cosecha ocupa entre 6 y 7 horas por día. El barco efectúa dos cortes a la semana y trabaja prácticamente sin interrupción a lo largo del año. Las condiciones del tiempo y la escasez de sargazo en los mantos puede limitar la actividad de la embarcación en algunas épocas del año, sobre todo con las tormentas de invierno que pueden disminuir la cantidad de material disponible. En general, opera un total cercano a los 10 meses, siendo diciembre y enero los de más baja actividad. En la primavera y verano, el tiempo empleado en la cosecha es de cinco a 7.5 horas para alcanzar su carga total de 350 t. Por el contrario, a fines de otoño y durante el invierno llega a consumir hasta 10 horas. Los mantos elegidos para su corte son aquellos de mayor extensión, densidad y cuya proximidad hace más económica la operación (Guzmán del Proo et al., 1986).

I.E. RÉGIMEN ACTUAL DE ADMINISTRACIÓN

La autorización para la explotación de este recurso es a través de concesión, la cual fue otorgada desde 1956 a la empresa privada Productos del Pacífico, S.A., y en 1994 fue renovada a la misma compañía, con una vigencia de 20 años (Diario Oficial de la Federación, 16 de marzo de 1994).

Las condiciones establecidas en la concesión para su explotación son:

- a) La disponibilidad y conservación del recurso, de acuerdo con evaluaciones practicadas anualmente por la SEMARNAP.
- b) Que el corte de la planta sea de tal forma que no origine el desprendimiento, desde el substrato, de ninguna planta y que se permita la filmación del corte con una cámara submarina para acreditar que éste se efectúe de acuerdo a la técnica antes indicada.

I.F. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES

Desde el inicio de esta pesquería, ha existido un solo productor (Productos del Pacífico S.A.) que pertenece a la iniciativa privada, dando ocupación directa a ocho personas. Dicha empresa no cuenta con ninguna instalación para el manejo o procesamiento de este recurso.

En la concesión otorgada a la empresa, se estableció el compromiso por parte de ésta de invertir \$ 4960000 Dlls. para instalar una nave industrial con maquinaria y equipo con el fin de explotar y aprovechar esta alga. A la fecha, sin embargo, sólo se ha instalado la nave industrial en Ensenada, B.C., y se tiene conocimiento de que existe la intención de asociarse con una empresa de productos químicos de E.U.A. utilizando su tecnología.

I.G. VOLÚMENES Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN

En general se observa un incremento en los volúmenes cosechados en Baja California desde su inicio en 1956, alcanzando un máximo de 41740 t en 1977. En el período de 1978 a 1993 la cosecha ha fluctuado alrededor de 29466 t anuales. La disminución drástica en los volúmenes cosechados

en 1964 y 1983 esta relacionada con la presencia de el fenómeno oceanografico denominado El Niño (fig. 3). Los registros oficiales de producción de *Macrocystis pyrifera* están expresados en peso húmedo, y el rendimiento en peso seco es de 10%.

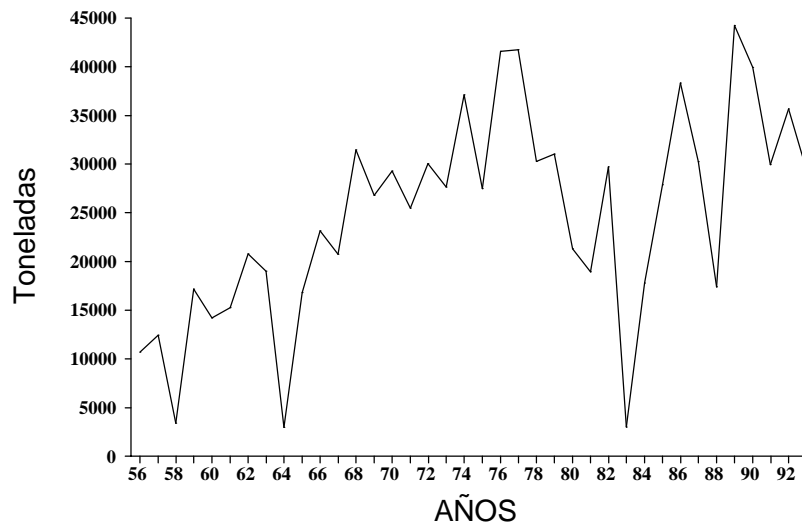


Figura 3. Producción de *Macrocystis pyrifera* (peso húmedo) en la de Baja California de 1956 a 1993 (tomado de Productos del Pacífico, S.A., comunicación escrita).

I.H. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Una vez concluida cada jornada de cosecha, la totalidad del volumen obtenido es entregado directamente por el barco El Sargacero a la compañía Kelco, en San Diego, California, E.U.A., quien la utiliza como materia prima para la industrialización de los alginatos, usando para su transformación el proceso de Le Gloahec y Herter (1938). El procesamiento de *M. pyrifera* tiene un rendimiento de un 20% de alginatos con respecto a peso seco.

Los precios actuales que rigen en México para este recurso son de aproximadamente 200 dólares por tonelada seca. Los precios internacionales que se manejan para algas cafés utilizadas para la extracción de alginatos varían entre \$150 Dlls. y \$700 Dlls. por tonelada seca (McHugh, 1991).

México importa cerca de \$1500000 Dlls. al año de alginatos y derivados, siendo el alginato de sodio y el de propilenglicol los que representan los mayores volúmenes (Zertuche, 1993). En los últimos 15 años (1980-1995) México ha importado en promedio 186.7 t anuales, provenientes principalmente de Estados Unidos de América, Reino Unido, Alemania y Dinamarca. Los costos promedio de importación varían de acuerdo con el producto y el país de origen. En 1995 los costos de importación (dlls/kg) fueron de 24.9 para el ácido alginico, 15 para el alginato de sodio, 12.9 para alginato de potasio, 12.5 para alginato de propilenglicol y 16.3 para el grupo de alginatos de calcio, magnesio y amonio (SECOFI, comunicación escrita).

II. POTENCIAL

II.A. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL DE CAPTURA

La distribución de *M. pyrifera* en la costa occidental de la península de Baja California se divide en dos grupos separados por una discontinuidad natural en Bahía Vizcaíno. Los mantos de la parte norte comprenden desde la frontera con E.U.A. hasta Punta San Fernando, B.C. (zona 1,2 y 3) y están sujetos a explotación; los de la parte sur permanecen sin ser explotados y se localizan de Isla San Benito, B.C., a Punta San Pablo, B.C.S. (zona 4) (fig. 4).

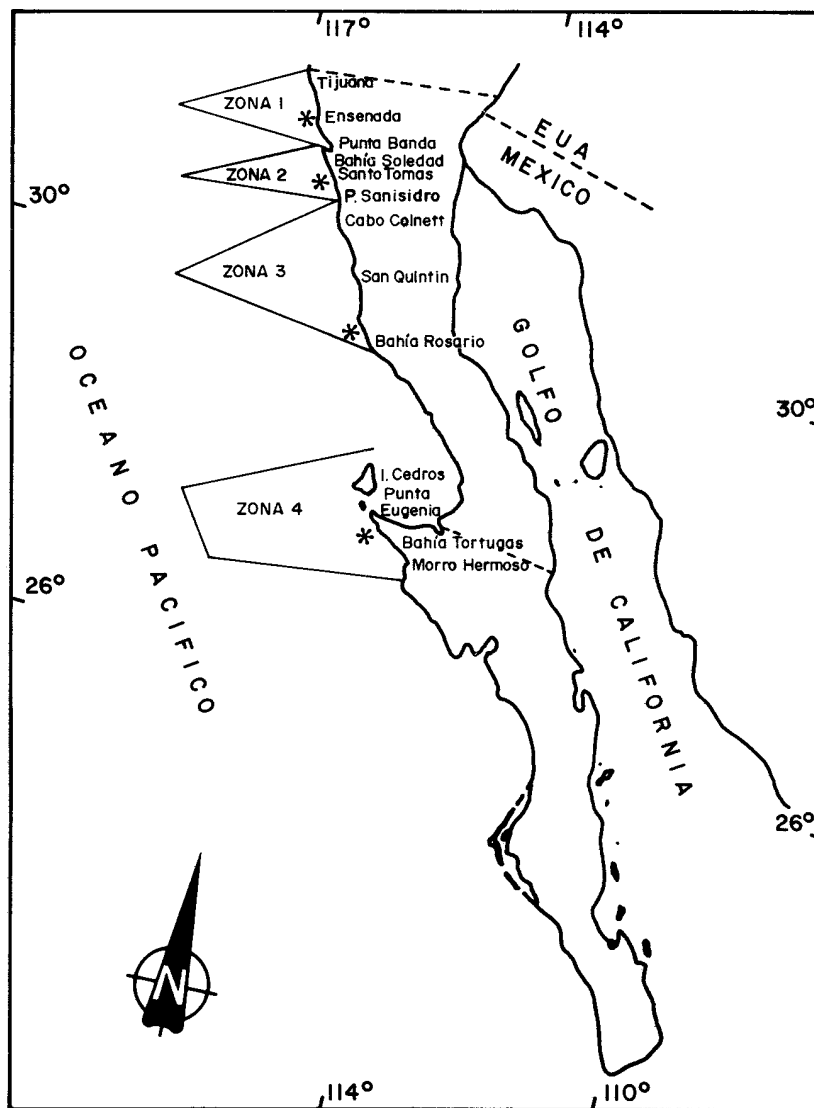


Figura 4. Distribución de *M. pyrifera* en la costa occidental de la península de Baja California.

Debido a la importancia que tiene este recurso por los altos rendimientos y calidad de los alginatos que contiene, se han realizado varias evaluaciones de la abundancia de los mantos en las cuatro zonas. Los resultados obtenidos en cuanto al área total cubierta por los mantos y cosecha total estimada para los años 1981, 1982 y 1986 se muestran en la figura 5. La variación estacional de la cosecha en las diferentes zonas se presenta en la tabla 1.

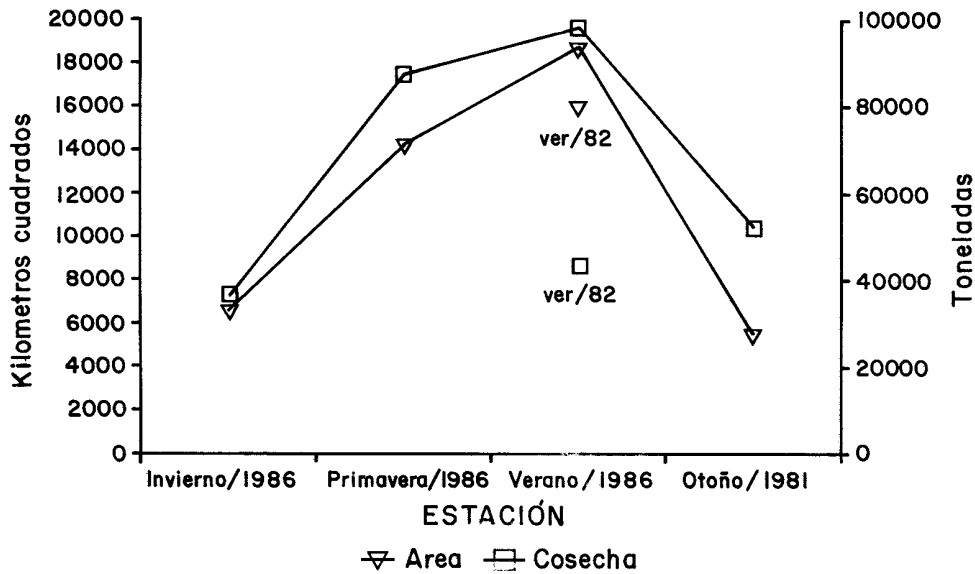


Figura 5. Variación estacional del área total de mantos (en miles) y de la cosecha total estimada (toneladas) de *M. pyrifera* en la península de Baja California (tomado de Hernández-Carmona *et al.*, 1991).

Tabla 1.- Variación estacional de la cosecha de mantos (t) de *Macrocystis pyrifera* por zona en la península de Baja California durante 1986 y verano de 1982 (tomado de Hernández-Carmona *et al.*, 1991).

Zona	1982	1986		
	Verano	Invierno	Primavera	Verano
1	947	1686	2579	6518
2	1342	2296	11612	23054
3	13272	10365	31395	33761
4	64511	21466	41508	34471
Cosecha total	80072	35813	87096	97804

La abundancia estimada fluctúa entre un mínimo de 30000 t en otoño de 1981 y un máximo de 97800 t en verano de 1986. Con respecto a la estacionalidad, la mayor producción se presentó en primavera y verano. En la abundancia promedio a lo largo del año, la zona norte contribuyó con el 52% y la zona sur con el 48%. Esta distribución del porcentaje de algas resulta de interés, ya que sólo las áreas consideradas como la parte norte son cosechadas, quedando disponible casi el

50% del recurso, el cual se pierde, depositándose en la playa durante épocas de tormenta y marejada (Hernández-Carmona *et al.*, 1989a, 1989b, 1991).

Asimismo, se debe considerar que esta especie presenta una alta tasa de regeneración (12.8 cm/día en verano a 20.8 cm/día en invierno) lo que permite que se efectúen dos cosechas al año (Hernández-Carmona, 1996). Esto permite estimar una cosecha potencial para Baja California Sur de 30000 t anuales en peso húmedo. Esta cantidad representa 3000 t en peso seco (10%), con las cuales se pueden producir 600 t de alginatos (20%). Aunque se tiene como indicador la estabilidad en la cosecha comercial del recurso de la zona norte, la cual ha permanecido más o menos constante, se recomienda actualizar las evaluaciones del recurso, ya que las últimas estimaciones corresponden a 1986. Los volúmenes actualmente disponibles pueden incrementarse de manera significativa, si se efectúan programas de repoblamiento de *M. pyrifera* en zonas donde los mantos han desaparecido, o bien en áreas donde el sustrato y las condiciones sean adecuadas para su desarrollo.

II.B. LIMITANTES DETECTADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

Se estima un potencial promedio disponible de 30000 t de alga en peso húmedo, las cuales de explotarse racionalmente podrían ser sostenidas a largo plazo. Sin embargo, existe un factor climático que podría modificar esta tendencia, el fenómeno de El Niño, que consiste en un calentamiento anómalo de las aguas asociado con bajas concentraciones de nutrientes, lo cual afecta drásticamente las poblaciones naturales de *M. pyrifera*, pudiendo incluso desaparecer el recurso en ciertas áreas por un tiempo de uno a tres años. En algunos casos la especie puede estar limitada por un fenómeno de sustitución competitiva con otras especies (Hernández-Carmona, 1987).

El aprovechamiento del potencial disponible en Baja California Sur no se ha llevado a cabo hasta la fecha, debido a que se carece de una planta industrial para el procesamiento de alginatos en nuestro país. Esta carencia se debe a la idea, durante muchos años, de que es poco factible resolver el problema de los grandes volúmenes de agua dulce requeridos para el proceso y, por otro lado, a la competencia con el mercado extranjero, particularmente con el de E.U.A. En la actualidad, sin embargo, se cuenta con un desarrollo tecnológico nacional a escala de planta piloto, desarrollada en forma conjunta por el CICIMAR-IPN y el Instituto Nacional de Pesca (Hernández-Carmona *et al.*, patente en trámite), el cual permite obtener buenos rendimientos de alginatos de alta calidad, cuyo costo de producción deja un margen de ganancia adecuado; los requerimientos de agua dulce son similares a los de otras industrias. Los productos obtenidos por esta planta piloto registrados con la marca Algimar, han sido probados por las industrias nacionales consumidoras y en todos los casos han manifestado que cumplen con las normas de calidad que se requieren para sus aplicaciones. Un análisis efectuado por la Compañía Kelco (principal productor de alginatos a nivel mundial) clasificó a estos productos como potencialmente competitivos. Dichas industrias han manifestado su disposición de adquirir un producto nacional siempre y cuando se mantengan las características de calidad y un costo competitivo. Actualmente son importadas por las diferentes industrias nacionales 218 toneladas de alginatos, por lo que se podría considerar que existe un mercado nacional abierto. Por otra parte algunas empresas han sustituido la importación de alginatos por otras gomas, debido posiblemente a problemas de importación o un incremento en los costos, representando esto un mercado potencial.

Para promover el desarrollo de una industria nacional se recomienda llevar a cabo una amplia promoción del paquete tecnológico desarrollado por el CICIMAR y el Instituto Nacional de Pesca para la industrialización de los alginatos ante empresarios nacionales y extranjeros. También, resulta importante promover investigaciones que conduzcan a generar tecnologías para el cultivo extensivo de *M. pyrifera*, acorde a las condiciones del país.

Con respecto a la ubicación de una planta industrial en México, se considera que uno de los lugares más adecuados es Bahía Tortugas, B.C.S., debido a la cercanía de la materia prima, la disponibilidad de agua dulce proveniente de la red municipal y por desalación (en caso de que el concesionario sea la Federación de Cooperativas), así como por su interacción con otra planta productora de agar que se encuentra instalada actualmente en dicho lugar. Además, se prevee el desarrollo de este punto como parte del Corredor Industrial Pesquero y Acuícola del Estado, lo que proporcionará un canal de distribución eficiente para los productos.

Se estima que la inversión necesaria para instalar una planta industrializadora de alginatos con, una capacidad de 200 toneladas al año, es entre \$ 800000 Dlls. y \$ 1000000 Dlls. (com. pers. Schwaegr, 1992¹).

Con base en lo anterior se proponen las siguientes acciones a seguir para el aprovechamiento industrial de *Macrocyctis pyrifera*:

1. Contratar una firma de Ingenieros para que en conjunto con los investigadores del CICIMAR y del I.N.P., diseñen una planta industrial.
2. Seleccionar la localización de la planta.
3. Ubicar los principales clientes potenciales en México o en el extranjero.
4. Solicitar el crédito correspondiente acorde con este tipo de industria.
5. Analizar, como alternativa, la incorporación al programa de incubadoras de Empresas de Base Tecnológica, que maneja el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).

II.C. SUGERENCIAS SOBRE MODIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

La profundidad de explotación utilizada hasta el momento a 1.2 m bajo la superficie del mar ha generado resultados favorables, debido a que no tiene un efecto adverso sobre los esporofilos que proveen las esporas para la siguiente generación, y evita el daño de los meristemas de frondas juveniles que producirán biomasa nueva (Barilotti *et al.*, 1985; Barilotti y Zertuche, 1990). Se estima que este método de cosecha remueve aproximadamente el 50% de la biomasa total de la planta y por lo tanto no es necesario cortar a una mayor profundidad (Coon, 1981; North, 1987).

Adicionalmente se considera conveniente que la cosecha se realice aplicando el método de franjas alternadas, ya que facilita la operación del barco durante la maniobra y deja intacta una parte del recurso. Por otra parte la periodicidad de la cosecha no deberá ser menor a cuatro meses; este tiempo puede variar debido a que el crecimiento de las frondas tiene una variación estacional relacionada con las condiciones oceanográficas del medio, por lo que la periodicidad de cosecha se debe determinar mediante la inspección directa de los mantos para cosecharlos cuando alcancen

¹ Schwaegr, experto consultor de la FAO.

su máxima madurez. En ocasiones una diferencia de una a dos semanas puede ser significativa en cuanto al volumen cosechado, con lo cual se incrementa la rentabilidad de la explotación (com. pers. McPeak, 1988²).

En caso de incorporar otro barco a la explotación, este deberá diseñarse y dimensionarse considerando la disponibilidad de cosecha, la demanda y rentabilidad económica.

II.D. COMENTARIOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES

La producción recae en una sólo empresa que da ocupación directa a ocho personas, ya que el alga es vendida directamente como materia prima. Se considera necesario que se establezca una industria en el país para su aprovechamiento, de manera que se generen empleos en la región, se capten divisas y se sustituyan las importaciones.

Además, debe considerarse que este recurso podría ser explotado por otro tipo de organizaciones, ya que se prevee una alta demanda de *M. pyrifera* para utilizarla como alimento en los cultivos de abulón. Asimismo, esta especie es hábitat de otros organismos de alto valor comercial, por lo que se sugiere el otorgamiento de concesiones a los grupos de productores asentados en las comunidades donde existe la disponibilidad de dicho recurso.

II.E. MODIFICACIONES AL RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN

Se considera imprescindible el establecimiento de la obligatoriedad del registro diario de la maniobra de cosecha en bitácoras, para conocer el esfuerzo pesquero a que está siendo sometido el recurso.

Se recomienda que la cosecha se realice a una profundidad máxima de 1.2 m y aprovechar todo el recurso cosechado; y que sólo se practiquen dos cosechas anuales sobre un mismo manto, manteniendo un intervalo mínimo de cuatro meses.

Es importante que se cumpla efectivamente la disposición establecida en la concesión (Diario Oficial de la Federación, 16/marzo/94), respecto a las evaluaciones anuales de disponibilidad del recurso.

Se sugiere que todas aquellas disposiciones actualmente consideradas como de obligatoriedad para el concesionario, además de las que se consideren necesarias, formen parte de una Norma Oficial Mexicana para que sean de conocimiento general.

² McPeak, Kelco Company.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, E.K. & W.J. NORTH. 1966. In situ studies of spore production and dispersal in the giant kelp, *Macrocystis*. *Proc. Inter. Seaweed Symp.* Pergamon, N.Y.: 73-86.
- BARILOTTI, D.C., R.H. McPEAK & P.K. DAYTON. 1985. Experimental studies on the effects of commercial kelp harvesting in central and southern California *Macrocystis pyrifera* Kelp Beds. *Calif. Fish and Game*. 71(1): 4-20.
- BARILOTTI, D.C. & J.A. ZERTUCHE-GONZÁLEZ. 1990. Ecological effects of seaweed harvesting in the Gulf of California and Pacific Ocean off Baja California and California. *Hydrobiology. Proc. Inter. Seaweed Symp.* 13: 35-40.
- CAMERÓN, F.K. 1915. Potash from kelp . Pacific kelp as a source of potassium salts. *U.S. Dept. Agric. Rep.* 100. 9-32.
- COON, D. 1981. Measurements of harvested and unharvested populations of the marine crop plant *Macrocystis*. *Proc. Inter. Seaweed Symp.* 8: 678-687.
- DE LA CAMPA-DE GUZMÁN. S. 1974. La cosecha de algas comerciales en Baja California II. El sargazo gigante. *Ser. Divulg. INP.* Méx. 6:7-10.
- DEYSHER, L.E. 1984. Recruitment processes in benthic marine algae. *PhD. Thesis. Univ. Calif.* San Diego. 324pp.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 16 de marzo de 1994.
- GUZMÁN-DEL PROO. S.A., M. CASAS, A. DÍAZ, M.L. DÍAZ, J. PINEDA & M.E. SÁNCHEZ. 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México. *Inv. Mar. CICIMAR.* 3(2): 1-63.
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G. 1987. Recuperación de los mantos de sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) en Baja California, después del fenómeno de "El Niño" de 1982-83. 147-154. *En: Ramírez-Rodríguez, M.E. (Ed). Mem. Simp. Invest. Biol. Oceanogr. Pesq. México.*
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G., Y.E. RODRÍGUEZ-MONTESINOS, J.R. TORRES-VILLEGAS, Y. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ & M.A. VILCHIS. 1989a. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta Laminariales) en Baja California. México I. Invierno 1985-1986. *Cienc. Mar.* 15(2): 1-27.
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G., Y.E. RODRÍGUEZ-MONTESINOS, J.R. TORRES-VILLEGAS, Y. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M.A. VILCHIS & O. GARCÍA-DE LA ROSA. 1989b. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta Laminariales) en Baja California. México. II. Primavera 1986. *Cienc. Mar.* 15(4): 117-140.
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G., Y.E. RODRÍGUEZ-MONTESINOS, M.M. CASAS-VÁLDEZ, M.A. VILCHIS & Y. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ. 1991. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta Laminariales) en la península de Baja California, México. III. Verano de 1986 y variación estacional. *Cienc. Mar.* 17(4): 121-145.
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G. 1996. Tasas de elongación de frondas de *Macrosystis pyrifera* (J.Ag.) en Bahía Tortugas, B.C.S., México. *Cienc. Mar.* 22(1): 57-72.
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G., M.M. CASAS-VALDES, Y.E. RODRÍGUEZ-MONTESINO, D.L. ARVIZU-HIGUERA & R. HERNÁNDEZ-VALENZUELA. (Patente en trámite).

- Proceso optimizado para la obtención de fibras de alginato de calcio, ácido algínico, alginato de sodio y alginato de potasio. *CICIMAR IPN-CRIP-LA PAZ-SEMARNAP*, 14 pp.
- LE GLOAHEC, V.C.E. & J.R. HERTER. 1938. *Method of Treating Seaweed*. U.S. Patent. (2): 128-551.
- McHUGH, D.J. 1991. Worldwide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*. 19-30. *En: Juanes, J.A., B. Santelices & J.L. McLachlan (Eds). International Workshop on Gelidium*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- MOLINA, J.M. 1986. Notas sobre tres especies de algas marinas: *Macrocystis pyrifera*, *Gelidium robustum* y *Gigartina canaliculata* de interés comercial en la Costa Occidental de Baja California. México. *Documento Interno. CRIP-Ensenada*. INP. SEPESCA. 3: 16-39.
- NORTH, W.J. 1971. *The Biology of Giant Kelp Beds (Macrocystis) in California*. Cramer Publisher. Germany. 600 pp.
- NORTH, W.J., 1987. Biology of the *Macrocystis* resource in North America. *FAO. Fish. Tech. Pap.* 281: 65 pp.
- ZERTUCHE-GONZÁLEZ, J.A. 1993. Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en México. 33-37. *En: Zertuche-González, J.A. (Ed). Situación Actual de la Industria de Macroalgas Productoras de Ficocoloides en America Latina y el Caribe*. FAO Proyecto Aquila II. Documento de campo No. 13. México.

Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur
Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.). 1996.

RESÚMENES ANALÍTICOS

DEL ESTUDIO DEL POTENCIAL PESQUERO DE BAJA CALIFORNIA SUR

**PREPARADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DE PESQUERÍAS
DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA DE LA SEMARNAP POR**

RAÚL VILLASEÑOR TALAVERA
JORGE A. LERMA NAVA

PESQUERÍA: ABULÓN

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una de las actividades más importantes en la costa occidental. • El producto es de alto valor comercial. • Existen un total de 22 cooperativas con aproximadamente 200 equipos (30000 personas dependen directa o indirectamente de esta actividad). • Las tallas que se extraen fluctúan entre 110 y 200 mm de longitud total de la concha. • La extracción se realiza mediante buceo, en jornadas diurnas de trabajo denominadas “mareas” con una duración de 3 a 5 Hrs. • Intervienen tres personas: el buzo, el cabo de vida y el remero. • El equipo empleado consiste de: panga, motor fuera de borda, equipo de buceo semi-autónomo tipo Hooka, el arte de pesca se conoce como “arrancador”. • El abulón es transportado y entregado vivo en las plantas empacadoras para la verificación de talla y procesamiento. • La reglamentación establece cuatro zonas de explotación, aplicándose en cada una períodos de veda con duración de cinco meses y tallas mínimas de captura (NOM-005-PESC-1993). • En los últimos 10 años el Sector Productivo ha aplicado: rotación de bancos, reducción del esfuerzo, aplicación de tallas mínimas superiores a las oficiales. • La especie más explotada es el abulón azul representando más del 80%, el amarillo entre 10 a 15% y el 5% restante corresponde al abulón negro, chino o rojo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La pesquería presenta una tendencia a disminuir en los próximos dos o tres años a un ritmo aproximado del 20 al 25% anual, período en el cual se estima una recuperación y estabilización de las poblaciones silvestres del abulón para luego llegar a una recuperación moderada de éste. • Limitantes detectados para el aprovechamiento del potencial: La pesca ilegal se ha incrementado. El efecto del cambio climático asociado al fenómeno “El Niño” (ENSO) que influye en las fluctuaciones poblacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Que el sector productivo apoye programas intensivos de repoblamiento de bancos a través de siembra de larva y semilla de laboratorios. • Trasplantar abulón juvenil y adulto proveniente de criaderos del medio natural. • La explotación a través de concesiones es adecuada, ya que establecen la obligación de mantener rendimientos sostenidos. • La aplicación y ejecución de programas de organización de las cooperativas que operan en la zona IV (desde laguna San Ignacio hasta Isla Margarita) para concertar la división de áreas para el otorgamiento de concesiones. • En la asignación de cuotas de captura, asegurar que la explotación no rebase un volumen equivalente al número de los potenciales reclutas que se localicen en el intervalo de 10 mm abajo de la talla mínima legal para el abulón azul y en el intervalo de 5mm para el abulón amarillo, siempre y cuando la cuota de captura no rebase el 30% del número de individuos que se localicen sobre la talla mínima legal. • Establecer la obligatoriedad de elaborar un Programa de Recuperación y/o Rehabilitación de las Poblaciones Silvestres de abulón, con estrategias de operación a corto, mediano y largo plazo. • Impulsar un programa a corto y mediano plazo sobre organización y capacitación pesquera. • Implementar e intensificar un programa eficaz sobre inspección y vigilancia.

PESQUERÍA: ABULÓN *(Continuación)*

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Promover y fomentar acciones de cultivo y créditos para su desarrollo. • En 1994 y 1995, la zona de Isla de Cedros generó cerca de 200 t. • Casi el 100% de la producción se destina al enlatado • Existen un total de ocho plantas industrializadoras localizadas en: Isla Natividad, Bahía Tortugas, Bahía Asunción, La Bocana, Punta Abrejos y Puerto San Carlos. • Algunas cooperativas comercializan el producto de manera directa. • La producción de abulón se destina a la exportación casi en un 100%. • En un pequeño porcentaje la venta del producto entero vivo tiene como destino final E.U.A y/o el Medio Oriente. • La concha es también requerida para su procesamiento artesanal y trabajos de joyería. 		<ul style="list-style-type: none"> • Considerando la rotación de bancos a explotar: Determinación de áreas de reserva con duración variable en número de temporadas. Transplante de organismos de áreas poco favorables para su desarrollo a áreas más propicias. • Repoblamiento de bancos silvestres a través de la introducción de semilla de laboratorio y seguimiento de las poblaciones mediante técnicas de marcado u otras. • Ampliar el período de veda de acuerdo a lo siguiente: Zona I: 1 de julio - 31 de diciembre Zona II: 1 de agosto - 31 de enero Zona III: 1 de agosto - 31 de enero Zona IV: 1 de septiembre - 15 de febrero • Incrementar las tallas mínimas de capturas en: Zona II: Abulón azul a 155 mm Abulón amarillo a 145 mm. Zona IV: Abulón azul a 130 mm Abulón amarillo a 120 mm. • No permitir la captura de quitones en la franja costera en que se localizan los organismos juveniles de abulón, a fin de evitar la remoción de rocas y el daño consiguiente. • Adecuar la bitácora de pesca incluyendo el dato de tiempo real de buceo durante las capturas.

PESQUERÍA: CARACOL PANOCHA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una pesquería ribereña artesanal desarrollada, de tipo regional. • Se realiza en la costa occidental B.C.S. • Principales áreas de pesca: de Isla Natividad hasta Punta Abreojos. • Ocupa el tercer lugar en volúmenes de captura y derrama económica. La captura fluctúa alrededor de las 230 t. • Genera aproximadamente 500 empleos. • Cada embarcación menor con motor fuera de borda lleva un buzo que realiza la actividad de captura; un bombero y un cabo de vida. La captura es mediante el método de buceo semiautónomo Hooka. • Hay aproximadamente 100 unidades de pesca. • EL período de pesca es de marzo a octubre (con mayor intensidad en junio y julio). • Las ocho cooperativas localizadas entre Punta Abreojos e Isla Natividad operan al amparo de concesiones otorgadas a partir de 1993. • En el Estado se han puesto en práctica medidas provisionales de tallas mínimas de captura de 90 mm de diámetro basal de la concha, una época de veda del 1 de noviembre al 28 de febrero para proteger el evento reproductivo y el otorgamiento de cuotas de captura. • Otras disposiciones son: Áreas específicas para la captura y prohibición del desconchado del producto a bordo • El producto en salmuera es envasado para consumo humano y destinado a los mercados local, regional y nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera poco probable un aumento sustancial en los volúmenes de captura respecto a los promedios anuales. • No existen áreas importantes que pudiesen ser incorporadas a la pesquería. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se propone que las medidas de regulación (provisionales) vigentes se formalicen mediante una Norma Oficial Mexicana. • Una variante de la presentación actual del producto en el mercado nacional podría ser el callo de caracol congelado. • El mercado con mejores perspectivas es el internacional.

PESQUERÍA: ALMEJA PISMO

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Se trata de una pesquería desarrollada de carácter regional. • Su explotación fue concesionada a las sociedades cooperativas de la costa occidental de B.C. y B.C.S. • La extracción se realizaba en la zona de bajamar desde finales de la década pasada también, se realiza por medio de buceo semiautónomo hasta la profundidad de 9 a 11 m. • Áreas importantes: Bahía Tortugas, Bahía Asunción, Punta Choros, Punta Abrejos, La Bocana, Bahía de Ballenas, Laguna San Ignacio, Punta Malcomb, El Cardón, El Bateque, El Dátil, El Delgadito y el Playón de San Juan. • A partir de 1989 la producción se ha mantenido entre 1500 y 2500 t. • Casi la totalidad del producto fresco es destinado al estado de Baja California. • El resto de la producción de almeja es empleada para elaborar marquetas de 5 a 10 libras y enlatado de almeja en salmuera. • La exportación de la especie es limitada. • Según la NOM-059-ECOL-1994, la especie está clasificada como “sujeta a protección especial”, por lo que su aprovechamiento comercial está sujeto a los resultados de la evaluación de sus poblaciones, determinándose cuotas de captura. • En el Estado se han puesto en práctica medidas provisionales de talla mínima de captura de 100 mm de diámetro basal, una época de veda para protección de la reproducción del 1 de diciembre al 30 de abril. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se estima potencial que implique posibilidades de desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda que continúe aplicándose las medidas (provisionales) de regulación vigentes y se formalizen en una Norma Oficial Mexicana.

PESQUERÍA: ALMEJA CATARINA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es de carácter local. • Se realiza en ambos litorales del Estado. • La extracción se realiza por medio de buceo semiautónomo tipo Hooka y en menor medida por buceo libre (aletas y visor). • La flota está constituida por embarcaciones menores con motor fuera de borda. • La NOM-004-PESC-1993 regula su aprovechamiento en aguas de jurisdicción federal de los estados de Baja California y Baja California Sur. • La talla mínima de captura está entre 56 y 60 mm de diámetro, según la zona de distribución. • La veda oficial para todas las áreas de distribución es del 15 de diciembre al 31 de marzo. • A nivel estatal se establecen límites de captura con base en evaluaciones de áreas de pesca. • Aproximadamente un 30% de la producción se destina al mercado nacional y local, y el restante (70%) se comercializa en E.U.A. • La comercialización se realiza en fresco, enhielado o congelado en marquetas. • Las plantas procesadoras y congeladoras sólo realizan funciones de maquila (enmarquetamiento). • A la fecha al aprovecha solo el “callo” se desperdicia el resto de la masa visceral, la cual representa dos tercios del peso fresco entero sin concha. • Existen grandes desplazamientos de los agentes productivos por lo que no existe definición completa del tamaño de la flota por pesquería y área de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se conocen áreas potenciales para próximas temporadas, quedan algunos remanentes poblacionales de juveniles en Laguna Ojo de Liebre y en Laguna de Guerrero Negro, así como pequeños núcleos de almejas adultas y juveniles en el interior de Laguna San Ignacio. • En marzo de 1995 se localizaron algunos bancos pequeños en el interior de Bahía Magdalena, las cuales presentaron un desarrollo gradual. • La extracción de este recurso debe quedar sujeta a realizar como en el pasado, estudios de monitoreo bimestral o trimestral que permitan con oportunidad estimar los niveles de producción con base en el reclutamiento, así como detectar irregularidades ambientales o patrones de conducta que afecten los resultados que se obtienen en las evaluaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario implementar esquemas de manejo controlado por períodos mínimos de cinco meses, a través de una reducción en el número de permisos por área de producción, quedando sujeto a los resultados de evaluación de las poblaciones silvestres. • Realizar estudios de evaluación que permitan, hacer las recomendaciones técnicas para un manejo ecológicamente sano y sustentable de la pesquería. • Otra alternativa es la realización de estudios que permitan la reglamentación de otros sistemas de pesca en mar abierto, de tal forma que al incorporar a la producción, las diferentes especies comerciales y potenciales que se encuentran en la plataforma continental, permitan no sólo mantener o incrementar los niveles de producción en el Estado, sino también, brindar un mayor tiempo de descanso a las zonas ribereñas tradicionalmente explotadas, para una recuperación más rápida de la especie.

PESQUERÍA: ALMEJA MANO DE LEÓN

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería desarrollada con producciones que van de cinco toneladas en 1991 a 30 t de callo en 1995, equivalentes a 5000 t y 30000 t de peso vivo respectivamente. • El recurso presenta grandes fluctuaciones en su abundancia. • La pesquería se ubica en la Laguna Ojo de Liebre, Laguna Manuela y Guerrero Negro. • El 75% de la producción se comercializa en el mercado nacional. • El precio en playa oscila entre \$30-65/kg. • El valor de las exportaciones fue de aproximadamente 350000 Dlls. en 1995. • El recurso se distribuye en bancos con densidades de más de 1 org./m² y a profundidades de más de 6 metros en canales con fuertes corrientes. • La captura es mediante buceo semi-autónomo tipo Hooka. • El producto se empaca en bolsas de polietileno y se congela. • La talla de captura regulada es de 15 cm de longitud. • No existe NOM que regule la explotación del recurso. • El sector productivo se conforma por permissionarios privados que contratan pescadores. • SEMARNAP con base en la opinión del CRIP, determina la factibilidad de explotación de bancos, las cuotas de captura y el número de equipos a través de permisos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es difícil la estimación de un potencial, ya que el recurso presenta grandes fluctuaciones. • No se estima un incremento importante de la producción. • El potencial depende de las medidas preventivas que se establezcan actualmente, así como del desarrollo de tecnologías de cultivo. • La comunidad científica de Baja California Sur trabaja en el desarrollo de alternativas tecnológicas para la producción de semillas. • Para el desarrollo de la tecnología de cultivo, se requiere de cantidades suficientes de semilla, ya que las técnicas actuales son viables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar y fortalecer la investigación pesquera en las zonas tradicionales de captura. • Modificar el régimen actual de explotación para prevenir la sobre-explotación del recurso. • Incorporar un período de veda bajo criterios de desarrollo sustentable y bajo la más fidedigna evidencia científica. • Estructura y llevar a la práctica un programa de seguridad que garantice el adecuado desarrollo de las actividades de captura. • Instalar una cámara hiperbárica en Guerrero Negro. • Promover grupos o cuadros de organización que permitan el manejo eficiente de los recursos para garantizar la producción y el reparto equitativo de los beneficios generados. • Procurar el mejor aprovechamiento de los recursos, mediante programas de concientización y capacitación a los pescadores que promueva un cambio de actitud y acción. • Llevar un control estricto del recurso, mediante la inclusión específica de este registro en avisos de arribo. • Descentralizar la expedición de permisos y concesiones. • Fomentar el desarrollo de cultivos. • Se recomienda utilizar técnicas similares a la de almeja catarina para la engorda de este recurso, para la pre-engorda el uso de cualquier bolsa perlera, canasta de plástico, jaula o linterna flotante (la luz de malla deberá ser inferior a la altura del organismo).

PESQUERÍA: HACHA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería ribereña artesanal. • El recurso se extrae en la costa y aguas protegidas del Océano Pacífico y Golfo de California durante todo el año. • Tiene gran demanda y altos precios en el mercado (\$90 a \$110/kg). • La actividad extractiva es por medio de equipos de buceo semiautónomos y por recolección manual. • El producto principal que se obtiene es el músculo aductor (callo). • Su comercialización es en estado fresco enhielado. • Su consumo es local, regional y nacional así como los mercados importantes en las principales ciudades del país. • En los últimos cinco años su captura comercial ha quedado restringida a cinco zonas: Bahía Almejas, Bahía Magdalena, Laguna San Ignacio y Laguna Ojo de Liebre en la costa occidental del Estado, en tanto que del lado del Golfo de California su extracción se realiza sólo en Bahía Concepción. • No existe NOM que regule su explotación • En el Estado se han puesto en práctica medidas provisionales de talla mínima de captura comercial, para el hacha larga de 140 mm de ancho y para el hacha china de 130 mm de ancho, aunado al otorgamiento de cuotas de captura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se busca por medio de la aplicación de medidas de regulación el aprovechamiento del recurso, la estabilización de su explotación en un rango de 300 a 400 toneladas/año, dado el comportamiento en los últimos años. • Requerimientos para el aprovechamiento del potencial: Ordenamiento pesquero, regionalización de la actividad pesquera y depuración de los padrones de permisionarios y cooperativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • En un futuro inmediato la pesquería de esta especie puede resurgir aplicando técnicas acuaculturales para la recuperación de los bancos naturales en los cuerpos de agua que, en algún tiempo fueron importantes productores. • Se propone que se aplique una talla mínima de captura comercial para el hacha larga o de callo redondo <i>Pinna rugosa</i> de 140 mm de ancho ó de “boca”, para el caso de la <i>Atrina maura</i> hacha china, se recomienda la talla mínima de captura comercial de 130 mm de ancho ó de “boca”. • Protección del recurso en su etapa reproductiva (desoves), se ha determinado del 1º de junio al 30 de septiembre. • Es conveniente que el callo de hacha sea considerado en el estatus de “Especies sujetas a Protección Especial”, dada su alta vulnerabilidad. • El aprovechamiento del recurso, debe condicionarse a que se realicen estudios para conocer la disponibilidad del recurso. • Se sugiere la necesidad de establecer límites a la cantidad de embarcaciones (esfuerzo pesquero). • Establecer un programa de ordenamiento y aprovechamiento racional de las poblaciones silvestres, prohibiendo la extracción de las especies de callo de hacha en bajamar, ya que con este método la captura de tallas es indiscriminado. • Es conveniente implementar para este recurso un marco administrativo de regulación mediante un régimen de concesión del recurso.

PESQUERÍA: OSTIÓN DE PIEDRA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una pesquería ribereña artesanal, desarrollada. • Baja California Sur contribuye con el 7.64% de la producción del Océano Pacífico. • La extracción es por recolección manual por medio de buceo libre o semi-autónomo. • Se extraen tanto organismos jóvenes como adultos , ya que no es posible la selección de tallas. • En el marco normativo del cuadro de vedas implementado por Administración de Pesquerías considera la siguiente reglamentación: • Época de veda: 15 de julio al 15 de noviembre, de Baja California a Nayarit. • Talla mínima: 70 mm de longitud mayor. • Se registró una captura de máxima en 1994 de 1242 t y una mínima en 1990 de 323 t de producto entero fresco. • Los mercados son el local y regional, comercializándose entero (con concha) y desconchado (en frascos). 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe estimación de volúmenes potenciales para el desarrollo de la pesquería. • La incorporación de nuevas zonas de exploración no es factible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se busca por medio de la aplicación de medidas de regulación, el aprovechamiento racional del recurso y la estabilización en una producción de las 800 a 1000 toneladas de ostión en concha/año. • Limitantes detectados para el desarrollo pesquero: La carencia de un ordenamiento pesquero, de la regionalización de las actividades pesqueras y depuración de los padrones de cooperativas. • Para el aprovechamiento racional se recomienda evaluar las poblaciones silvestres, para instrumentar la explotación rotativa de los bancos. • Se requiere de un programa de ordenamiento pesquero, así como la regionalización de los recursos y la depuración de los padrones de cooperativas. • En la zona sur del Estado las cooperativas han solicitado la concesión de recurso. • Aplicar por parte de las autoridades en el Estado las medidas administrativas establecidas para aguas del Pacífico. • Establecer un programa de ordenamiento. • Es necesario desarrollar líneas de investigación sobre la biología, dinámica poblacional, ciclo reproductor, así como estudios de mercado.

PESQUERÍA: ALMEJA PATA DE MULA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una pesquería artesanal de tipo temporal ya que los pescadores incursionan en otras actividades. • El litoral del Golfo de California presenta operaciones de captura en pequeña escala. • Se considera pesca de subsistencia entre temporadas de pesca de recursos pesqueros más rentables. • Se extrae en la costa del Pacífico y el Golfo de California. • El área de operación con mayor registro de captura es Bahía Magdalena-Almejas. • La forma de recolección es manual, excavando el sustrato. • La talla mínima aceptada por el sector productivo es de 60 mm de largo en posición antero-posterior. • Los productores son permisionarios propietarios de equipos, que a su vez contratan pescadores libres para la extracción. • Se estima un rendimiento máximo sostenible de 450 t anuales de organismos en peso vivo, con un esfuerzo óptimo de 28 equipos. • Los principales mercados se localizan en los estados de Sinaloa, Sonora, Nayarit, Baja California, Jalisco y Distrito Federal. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se estima la existencia de un potencial importante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha propuesto una veda del tipo reproductor del 15 de marzo al 12 de mayo (período de desove máximo 95%) y una talla mínima de captura de 60 mm de largo en posición antero-posterior. • Se hace necesario que cuando se realicen los trámites de aviso de arribo y certificación de los productos se realicen muestreos de la captura. • Se recomienda actualizar el inventario de las poblaciones silvestres disponibles en Baja California Sur, que incluya información básica sobre distribución, abundancia, estructura poblacional del recurso, y que con fundamento en esta información se efectúe una redistribución del esfuerzo pesquero vigente, considerando además, la estrategia de rotación en la explotación de los bancos.

PESQUERÍA: CALAMAR GIGANTE

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • La pesquería en el Golfo de California se inició en 1974 con la operación de una reducida flota artesanal durante mayo a agosto. • El calamar es un producto básicamente destinado al consumo humano. • A partir de 1978, durante la veda del camarón, se incorporaron algunos buques camaroneros. • Se distribuye en todo el Océano Pacífico mexicano. Los principales sitios de explotación están entre los 22° y 28° N y los 109° y 114° W. • Frente a los litorales de Santa Rosalía y Loreto, B.C.S., las tallas de captura oscilaron entre los 35 y 55 cm de longitud de manto. • En 1995 de marzo a mayo, en zonas aledañas a Santa Rosalía, se reportó captura de 560 y 3317 kg por marea, para embarcaciones menores y camaroneros respectivamente. • Debido a las fluctuaciones, la elevada mortalidad natural, y su tendencia a concentrarse en áreas cercanas a la costa, la pesquería es altamente inestable. • El método de captura se basa en la utilización de luz artificial como atrayente y captura con poteras manuales y operadas con máquinas automáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente no existen medidas de regulación para la pesquería de calamar. • Con excepción de las vísceras, prácticamente la totalidad de sus partes son comestibles. Sin embargo, el producto debe conservar óptimas propiedades de frescura. • Cuando la calidad del producto no cumple con requisitos mínimos se canaliza a reducción para la elaboración de complementos alimenticios (harinas y aceites). • Existe en el mercado internacional una demanda por gran diversidad de productos: Fresco: Entero, Tubos sin piel, Anillos sin piel y Preparados. Congelado: Entero, Tubos sin piel, Filetes, Tentáculos, Aletas, Anillos. Enlatado: Manto en aceite, Entero marinado, Entero en su tinta. Empanizados: Anillos y Filetes. Seco. • Las estimaciones del potencial pesquero son altamente variables: Ehrhardt <i>et al.</i> (1986) estiman una biomasa total de 200 mil toneladas (115 millones de individuos), pero el potencial capturable se reduce a poco menos de 22 mil toneladas anuales. Klett (1981) estimó la captura potencial por zonas de pesca, y por estación del año. La producción anual estimada, ascendió a 11 mil toneladas para la costa oriental de Baja California Sur. • Condicionantes para el desarrollo de la pesquería, particularmente para los pequeños productores: 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceder con cautela en el establecimiento de una pesquería permanente. • La capacidad instalada de la región es claramente insuficiente para absorber los volúmenes de 560 y 3317 kg/embarcación/marea, por lo que surge la necesidad de trasladar una porción significativa del producto enhielado a otras localidades. • Fomentar el aprovechamiento de las partes del producto que actualmente se descartan (tentáculos y aletas), para incrementar los niveles de producción y el rendimiento económico. • Iniciar programas de investigación orientados a incrementar el conocimiento biológico del recurso, el mejoramiento de las técnicas de captura, y el desarrollo de tecnologías para la producción y transformación de alimentos a base de calamar. • Aprovechar la flota camaronera en el tiempo de veda de este recurso (camarón), la capacidad de bodega para conservar el producto, y la mayor eficacia de su sistema de atracción luminosa. • Para las embarcaciones menores, la única opción viable es disminuir el lapso entre captura y entrega del producto. En el caso de embarcaciones del tipo camaronero existen varias opciones: Optimización de los equipos de atracción luminosa. Instalación de equipos de pesca mecanizados. Adecuación de la capacidad de retención de las poteras.

PESQUERÍA: CALAMAR GIGANTE (*Continuación*)

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • En 1985 operó una flota de 320 embarcaciones menores distribuidas en tres campos pesqueros (130 en Santa Rosalía, 60 en San Lucas, y otras 130 en San Bruno), de 12 a 15 embarcaciones camaroneras, y tres barcasas, durante los meses de marzo a mayo . 	<p>El inadecuado manejo del producto a bordo de las embarcaciones ribereñas, traducidas en una disminución de la calidad del mismo. La reducida capacidad instalada para la conservación e industrialización del producto, en los puertos cercanos a la zona de captura como Santa Rosalía.</p> <p>Pérdidas por falta de capacidad de retención en las poteras, en el caso de organismos de gran tamaño capturados por los equipos automatizados de pesca</p> <p>El desaprovechamiento de algunas partes comestibles del producto.</p> <p>El comportamiento errático en la abundancia del recurso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entre los factores que inciden favorablemente en el consumo del calamar, y para expandirlo, se encuentran su composición ideal como alimento saludable por su bajo contenido de grasas, y su elevado valor nutricional. 	<p>Instalación o adaptación de tinas con agua-hielo para el enfriado rápido y lavado del producto, y mesas de trabajo para el eviscerado del producto, a fin de elevar su calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resulta necesario determinar su potencial sustentable, antes que impulsar un desarrollo, que conduzca a la sobreinversión y el desperdicio de valiosos recursos económicos. • Crear zonas de industrialización del recurso, próximas a los centros de producción y consumo. • Conformar una flota nacional, posiblemente apoyada con alguna inversión extranjera, puede ser considerada, siempre y cuando ésta sea permanente y definitiva. De concretarse dicha inversión, canalizarla al mejoramiento de la infraestructura pesquera industrial y portuaria, antes que a la importación de grandes buques pesqueros que absorban la mayor parte de la producción, sin producir beneficios como la generación de empleos.

PESQUERÍA: PEPINO DE MAR

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Especies importantes: <i>Isostichopus fuscus</i> (costa este) y <i>Parastichopus parvimensis</i> (la costa oeste). • <i>Isostichopus fuscus</i> está catalogada como especie en peligro de extinción (NOM-059-ECOL-1994), se encuentra en veda permanente. • De 1991 a 1993 la producción descendió a 95 t y en 1994 fue de 182 t (peso fresco). • Se conoce poco de su distribución y abundancia. Se distribuye desde Santa Rosalía hasta el sur de La Paz. • Recurso con talla de 180 a 420 mm y talla promedio de 250 a 320 mm. • La captura comercial es manual mediante buceo tipo Hooka. • La captura se efectúa en cualquier época del año. • La medida de administración fue la asignación de cuotas de captura. La vigencia de los permisos varió entre tres meses y un año. • No hay un lugar específico para el desembarque del producto. • En 1993 el producto cocido tenía un costo de 6.00 Dlls/kg y en estado seco 25 Dlls./kg. • Los permisionarios generalmente realizan el procesamiento (cocción y secado). • No se requiere de infraestructura costosa ni personal especializado. • No hay mercado nacional. • Una vez procesado y empackado es vendido a exportadores para el mercado de Japón y Corea, vía Los Angeles, E.U.A. 	<ul style="list-style-type: none"> • La población total estimada en 1990 fue de aproximadamente 4200000 organismos vivos y en 1995 se redujo a casi 100000 organismos. • La biomasa total en 1990 fue de casi 2000 t que se redujo en 1994 a 482 t. • La principal limitante para el desarrollo pesquero del pepino de mar en el Estado y en México, es que se encuentra en veda permanente (NOM-059-ECOL-1994). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de un estudio de las poblaciones silvestres del recurso en sus áreas de distribución. • Ya que la captura es manual a través de buceo semiautónomo tipo Hooka, no se requiere de modificaciones ni implementación de otras técnicas de explotación. • Se requiere analizar diversos tipos de sistemas para la organización de la producción, con el fin de contar en el futuro con una explotación ordenada del recurso. • Se propone una veda para reproducción de mayo a septiembre. • Implementar bitácoras de captura para recabar la siguiente información: zona de captura, tiempo efectivo de buceo y captura en número y peso fresco, con el fin de tener un seguimiento de la captura comercial de las poblaciones silvestres en sus zonas de distribución y contar con elementos técnicos para su administración pesquera. • No autorizar la extracción comercial del recurso durante la noche, ya que la vulnerabilidad de captura es del 100%. • Con el objeto de garantizar su conservación, preservación y aprovechamiento racional, se propone que las áreas de distribución de pepino de mar sean explotadas bajo un régimen de concesión. • De los estudios efectuados a la fecha, se sugiere evaluar la conveniencia de que se cambie el estatus del <i>Isostichopus fuscus</i> para que se considere como especie sujeta a protección especial. • Se hace necesario implementar estudios relacionados con su cultivo.

RECURSO: LANGOSTILLA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería no desarrollada. • Posible zona de explotación: Bahía Sebastián Vizcaíno, Bahía Magdalena y Golfo de Ulloa. • El recurso presenta movimiento migratorio fluctuante, en función de los cambios de temperatura. • Existe disponibilidad del recurso. • No se cuenta con los equipos y artes de pesca adecuados para su manejo a bordo y almacenamiento. • La información e investigación sobre la disponibilidad de la población pescable que se encuentra a mayores profundidades, no es suficiente. • De acuerdo al Programa de Pesca , se plantea la búsqueda de nuevas áreas y recursos pesqueros de pesquería masivas como la langostilla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es susceptible de desarrollar una pesquería en el corto plazo. • Es evidente la existencia de biomasa para su explotación. • El volumen capturable de langostilla bentopelágica se estima en 74 mil toneladas, 46 mil en el periodo invierno-primavera y 28 mil en verano-otoño. • Su período de explotación puede ser de abril a septiembre. • Es posible su explotación contando con buques y equipos adecuados. • En principio la langostilla podría capturarse con embarcaciones tipo camaronero, modificadas para acceder a mayores profundidades. Deberán ser abordados la ampliación de capacidad de bodega y la implementación de procesamientos adecuados para la captura a bordo según el destino de la misma. • Puede contribuir al desarrollo socioeconómico de la región, en particular de Bahía Magdalena y áreas de influencia. • Oportunidad de comercializar productos (consumo humano, pigmentos y harinas). • Posibilidades de exportación a los E.U.A. • Las tallas grandes de langostilla bentónica permitiría su aprovechamiento como "cola" fresca congelada, para la que existe un mercado en E.U.A. • También puede comercializarse en el mercado nacional como harina para la elaboración de alimentos balanceados, para la extracción de pigmentos y enzimas. • Posibilidades de inversión en infraestructura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la incorporación de tecnología en equipos de pesca, líneas de proceso, maquinaria industrial y la posibilidad de establecer una flota y planta procesadora en Bahía Magdalena. • Efectuar un estudio mercadológico que determine los mercados reales y potenciales del recurso y establecimiento de esquemas de organización y asociación entre productores para la mejor comercialización. • Concertar con la banca comercial, los fondos de fomento y otras instancias el apoyo financiero a los productores para la adquisición de la infraestructura para su aprovechamiento. • Desarrollar un programa de capacitación a productores que contemple la estructuración de modelos de aprovechamiento pesquero para el incremento de la productividad y el acceso a mejores niveles de participación económica. • Coordinar y concertar acciones entre instituciones y organizaciones del sector para la aplicación de recursos económicos para la instalación de infraestructura. • Atracción de inversionistas, mediante la difusión de su potencial y características.

RECURSO: CANGREJOS

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con cifras precisas sobre los volúmenes de producción pero se considera como una fuente de ingresos en algunas localidades pesqueras. • La temporada de pesca, en los últimos tres años fue de septiembre a marzo, al mismo tiempo que la captura de la langosta. • La Sociedad Cooperativa que lo captura es la California de San Ignacio. • Solo se aprovechan las quelas del cangrejo, en presentación cocido y congelado en bloques de 5 libras y se comercializa en E.U.A. a través de Ensenada. • Para la captura se utilizan trampas rectangulares con matadero en los extremos. • Por tratarse de un recurso de aguas profundas (80 a 400 m), se utiliza experimentalmente un cobrador de línea hidráulico operado desde una embarcación menor o de mediana altura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de estos estudios sugieren la existencia de recursos potenciales que actualmente tienen un escaso aprovechamiento en algunas especies. • No existe pesquería formal actual, ya que se encuentra en una fase inicial y sólo se conoce la información que aquí se presenta. • En pruebas con trampas en la Bahía de La Paz, B.C.S., en intervalos de 200 a 400 m, Cervantes <i>et al.</i> (1994) detectaron crustáceos decápodos de profundidad como el camarón carideo <i>Heterocarpus vicarius</i>, así como otras cuatro especies que se mencionan: <i>Mursia gaudichaudii</i>, <i>Maiopsis panamensis</i>, <i>Stenocionops ovata</i> y <i>Cancer johngarthi</i>. • Las áreas en donde se ha obtenido la mayor captura por unidad de esfuerzo (CPUE) son la parte sur de la Bahía de La Paz, frente a Bahía Magdalena y parte norte del Canal Cerralvo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda realizar una prospección de manera sistemática, en la cual se evalúe la distribución y abundancia, composición taxonómica, épocas y áreas de reproducción, proporción por sexos, madurez sexual y estructuras de tallas. • Realizar cruceros de investigación con los siguientes objetivos: • Buscar nuevas zonas de pesca y recursos pesqueros. • Estudiar las condiciones bajo las cuales se forman concentraciones comerciales. • Determinar los patrones de distribución y migración de los recursos. • Conocer el comportamiento de los recursos en diferentes épocas. • Evaluar cuantitativa y cualitativamente sus concentraciones. • Realizar una evaluación preliminar de la factibilidad económica de capturar los recursos explotados. • Desarrollar nuevos métodos de detección y trabajos exploratorios. • Elaborar cartas pesqueras de los recursos.

PESQUERÍA: CAMARÓN

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es la más importante en generación de divisas y empleos. • Existen dos etapas secuenciales: la pesca en aguas protegidas (bahías y esteros) y la pesca de altamar. • La flota es de aproximadamente 30 barcos locales y un número variable de embarcaciones de Sonora y Sinaloa. • En la región de Bahía Magdalena-Almejas entre 0.5 y 6 m de profundidad se captura principalmente camarón azul juvenil (<i>Penaeus stylirostris</i>). • La pesca entre 6 y 50 m, incluye al camarón azul (después de haber emigrado) y el camarón café (<i>P. californiensis</i>). • En las zonas de esteros y canales, se utilizan atarrayas y suriperas o churupas. • En la captura en la bahía se han utilizado redes de arrastre de fondo denominadas "changos" con aberturas de malla entre 25.4 y 50.8 mm. • La pesquería marina se sustenta en la explotación de cuatro especies (<i>P. vannamei</i>), (<i>P. stylirostris</i>), (<i>P. californiensis</i>) y (<i>P. brevisrostris</i>). • El camarón café constituye la especie más abundante. • Las áreas de pesca en el litoral occidental son discontinuas. • La captura en esteros es normalmente diurna y durante la bajamar. • La regulación está determinada por la NOM-002-PESC-1993, así como por los lineamientos de la Ley de Pesca. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con estimaciones de potencial anual de captura o el rendimiento máximo sostenible (RMS). • García-Borbón (1996) presentó un estimado preliminar del RMS para la pesquería en aguas protegidas en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, de 747 toneladas anuales de peso vivo con un esfuerzo óptimo de 216 embarcaciones menores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen problemas en relación con la selectividad de los equipos de pesca. • En la región de Bahía Magdalena-Almejas debido a las características que presentan como una gran profundidad (hasta 25 brazas), y la fuerza de las corrientes imperantes en las zonas de pesca, no funcionan las artes de pesca tradicionales como la tarraya, la suripera o la red de enmalle. • Reforzar la flota local para una mayor y más eficiente participación fuera del Estado. • Aumentar la capacidad instalada de la industria maquiladora, de tal forma que el camarón capturado en B.C.S. sea procesado en el Estado. • Establecer la obligación de entregar una bitácora cuando se arriba el producto e introducirla en las operaciones en aguas protegidas. • Establecer lugares de arribo fijos en aguas protegidas para garantizar mayor control de las capturas, facilitando la solución a problemas como la pesca furtiva, control del esfuerzo, evaluación de las capturas y el cumplimiento de normas de control de calidad e higiene en el manejo del producto. • Modificar el actual sistema de permisos para embarcaciones menores, de tal manera que cada una cuente con un permiso. • Determinar los niveles de esfuerzo aplicables en cada temporada de pesca, en función del potencial del recurso bajo criterios de rentabilidad económica. • Reglamentar las características y especi-

PESQUERÍA: CAMARÓN *(Continuación)*

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • La participación del sector social es dominante (89.5% de buques). • El volumen de las capturas de camarón reportadas por las Oficinas de Pesca de Baja California Sur fluctuaron en los últimos cinco años entre 1230 t en la temporada 1993-94 y 348 t para la temporada 1994-95. • El Volumen maquilado en 1993-94 fue de 177 t y en 1994-95 fue de 99 t. • El camarón procesado o maquilado es exportado hacia los Estados Unidos de América a través de la empresa Ocean Garden Products. • El procesamiento de maquila del producto se efectúa en siete plantas. • La presencia de la flota de Sonora y Sinaloa es importante a partir del mes de noviembre, disminuyendo notablemente desde enero. 		<p>caciones de las unidades de pesca tanto de aguas protegidas como marinas, para facilitar la evaluación del esfuerzo pesquero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es notable la necesidad de manejar la pesquería de manera diferida para esteros y bahías. • Se deberá establecer un Programa de Investigación a través del esquema de Pesca de Fomento para determinar los sistemas de captura más adecuados que permitan aprovechar la magnitud de las existencias de camarón en aguas profundas (mayores a 10 brazas) de Bahía Magdalena-Almejas y que causen el menor impacto en el ecosistema.

PESQUERÍA: JAIBA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería ribereña. • Su captura es de tipo artesanal. • Las zonas de explotación son Bahía Magdalena-Almejas y zona estuarina de Laguna San Ignacio y Ojo de Liebre, además se capturan en un gran número de esteros y arroyos distribuidos principalmente en la vertiente del Pacífico. • No existe Norma Oficial Mexicana que regule esta pesquería. • La producción representa aproximadamente el 12% de la captura en el Océano Pacífico. • La producción es de aproximadamente 220 toneladas anuales. • Se comercializan ejemplares mayores de 50 mm de longitud cefalotorácica. • El 90% de la explotación la realiza el sector privado. • Un grupo de pescadores libres no organizados la explotan. • Se carece de información biológica, de disponibilidad, comportamiento y esfuerzo pesquero. • Para su captura se utilizan nasas y aros jaiberos operados con embarcaciones menores. 	<ul style="list-style-type: none"> • El producto se comercializa enhielado o refrigerado, con un manejo mínimo. • Es de bajo potencial si se considera su disponibilidad y carencias de manejo, procesamiento y comercialización • Su potencial depende de las posibilidades de desarrollo acuícola. • Su potencial se estima en 200 toneladas anuales, pudiéndose incrementar si se apoya en la actividad acuícola. • Posible incremento de beneficios a partir de la comercialización del producto en presentación de carne empaquetada, una vez efectuados los estudios de mercado que lo justifiquen. • Su comercialización se puede dirigir al mercado nacional para su consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con investigaciones detalladas de su distribución y comportamiento poblacional. • Realizar un programa de investigación con sólida base científico-biológica que aporte elementos para la explotación racional del recurso. • Llevar a cabo estudios de pesca experimental que evalúe "y determine" la incorporación de tecnología de sistemas de captura. • Orientar la investigación y estudio del recurso hacia la producción mediante cultivo. • Interrelación Institucional para el desarrollo de investigaciones y exploración del recurso. • Creación de un Grupo de Investigación Interinstitucional cuyo objetivo sea el estudio científico-técnico y potencial del recurso. • Incorporación de organizaciones interesadas en el cultivo de la especie. • En el Programa de Pesca 1995-2000, se establece que se promoverá la exportación de productos complementarios al camarón, como la jaiba, buscando diversificar la presentación del producto. • La explotación del recurso requiere de una normalización sanitaria.

PESQUERÍA: LANGOSTA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería desarrollada y estable, de tipo artesanal e industrializada. • Tiene un considerable impacto económico y social (beneficia cerca de 30000 personas), dependen directamente entre 1100 a 1500 pescadores. • Contribuye con casi el 50% de la producción nacional. El promedio anual de producción es de 1300 t. • Por exportación le corresponde el quinto lugar en captación de divisas (16 millones de dólares). • El 75% de la captura corresponde a tallas de 82.5-90 mm. • Hay veda zonificada que comprende del 1 de mayo al 15 de octubre (D.O.F., del 09/09/1992). Otras medidas regulatorias contemplan tallas mínimas por especies y zonas, restricción del esfuerzo y equipos de pesca. • Se pesca en la costa oeste desde la frontera con E.U.A. hasta Todos Santos, B.C.S. La zona centro tiene máximo volumen de captura y mejor organización productiva (aporta el 75% de producción de la península). • La langosta roja es la más importante en valor y volumen (95-97%). • La pesca de langosta se realiza con trampas o nasas. Se emplean dos tipos básicos de trampas: la de madera llamada trampa californiana en forma de cono truncado y la de alambre galvanizado forrado de plástico vinil de forma rectangular. • Operan de 1 a 60 metros, en algunas áreas se pesca hasta los 100-120 m. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay posibilidad de expansión, todas las áreas langosteras costeras están distribuidas entre cooperativas ribereñas • Se sugieren las siguientes alternativas para incrementar la producción: Ajustar y eficientar el régimen de explotación para favorecer la estabilización e incremento de las capturas. Explorar la posible expansión de la pesquería hacia nuevas áreas profundas e islas adyacentes a la península. Introducir sistemas de refugios artificiales para incrementar la disponibilidad de hábitat y la colonización del recurso en zonas arenosas Desarrollar a mediano y largo plazo semicultivos de langosta con fines de repoblamiento y/o comercial. • Existe mercado potencial en la comunidad Europea (tanto para langosta viva como la tradicional cocida-congelada). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se proponen las siguientes líneas de investigación: Variaciones espacio-temporales del proceso reproductor y estructura poblacional. Variaciones de esfuerzo y captura. Estimaciones de parámetros poblacionales. Migraciones del recurso. Deriva larvaria de langostas. Factores ecológicos y mecanismos implicados en los cambios de distribución y abundancia poblacional. Prospección pesquera. Evaluación tecnológica y optimación de sistemas de pesca. Selectividad de impacto de redes de enmalle y arrastre respecto a trampas. Estudios de mercado y situación socioeconómica de la pesquería. • Para disminuir o evitar la talla sublegal se propone una modificación al diseño de las trampas, consistente en aumentar el tamaño de malla o introducir ventanillas de escape de 57 mm por 280 a 300 mm de ancho. • Se recomienda la aplicación de un mecanismo de veda zonificada-escalonada acorde a las características y variaciones espacio-temporales del proceso reproductor de las distintas especies de langosta. • Se requieren esquemas de regulación por zonas.

RECURSO: MERLUZA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es un recurso inexplorado en el Estado. • Se cuenta con mayor información sobre la especie "del pacífico", seguido de la "enana" y se tienen indicios sobre una más "hernandezí". • El recurso ha sido capturado incidentalmente en la costa occidental de Baja California y Baja California Sur. • La merluza del pacífico tiene gran importancia en la costa californiana de E.U.A., esta especie emigra para desovar en el invierno en las costas de B.C. y B.C.S. • Las hembras de esta especie maduran y desovan a los 3-4 años. • La comunidad científica está llevando a cabo un estudio sobre la biología, ecología, distribución y abundancia de la merluza en la costa occidental de B.C.S. • El recurso presenta gran incremento en talla durante sus tres primeros años. • Existe imprecisión de información en cuanto a la abundancia del recurso. • Debido a la profundidad en que se encuentra el recurso, su captura está fuera del alcance de los arrastreros tradicionales. • Lo corto de la temporada (tres meses invierno-primavera) implica que la flota puede actuar en otras pesquerías. • Su manejo es difícil, se requiere de equipo especializado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante el método de área barrida se estimó un potencial de biomasa 7.7 mil toneladas de merluza enana en la costa occidental de B.C.S. Otros autores calcularon una biomasa instantánea entre 150 mil y 230 mil t para la misma área. Trabajos más recientes calculan que la abundancia real del recurso sea de aproximadamente 50 mil t (Balart y Castro-Aguirre, en preparación). • De acuerdo a investigaciones realizadas, se tiene que los mejores rendimientos se ubican entre 91-180 m de profundidad, seguido de 181-300 m y puede alcanzar hasta 563 kg por hora de arrastre en el período diciembre-junio y hasta 3.5 mil kg en julio-noviembre. • Sólo una porción del recurso en su etapa adulta, se encuentra disponible temporalmente en aguas mexicanas (costa oeste de B.C.S.). • Se estima que disponiendo de información suficiente, puede regularse la captura mediante cuotas anuales. • Es susceptible de aprovecharse la merluza enana para consumo humano directo como filete congelado, empanizado o en escabeche y su utilización como materia prima para fabricación de harina o pasta de pescado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar y concertar acciones interinstitucionales y sectoriales para evaluar el potencial de la merluza enana y del pacífico y monitorear y evaluar su comportamiento. • Realizar estudios que determinen su potencial real y que definan su disponibilidad en zonas actualmente explotadas y en áreas vírgenes. • Llevar a cabo una evaluación del recurso utilizando redes de arrastre de media agua, de acuerdo con la experiencia exitosa en E.U.A. • Proponer el diseño de un barco prototipo para la captura del recurso, pudiendo ser arrastreros por popa de 450 t brutas. • Se sugiere iniciar la explotación de ésta pesquería con la incorporación de una flota pesquera pequeña, que igualmente pueda actuar en la captura de otros objetivos pesqueros (tal es el caso de la langostilla), esto, debido a las fluctuaciones y corta temporada de la merluza. • Estructurar una campaña de difusión de las características y ventajas de la producción de merluza, diferenciándola de la merluza del Golfo. Lo anterior con el propósito de atraer inversionistas potenciales. • Incorporar técnicas y tecnología de captura, manejo a bordo y procesamiento acorde a las características del recurso. • Llevar a cabo un estudio bioeconómico integral del recurso, incluyendo un análisis de los mercados para las diferentes presentaciones. • Es necesario el apoyo estatal, federal y social para su investigación.

PESQUERÍA: LENGUADO

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Se considera una pesquería multiespecífica de bajo volumen y valor de captura. • Pesquería regional de tipo artesanal. • Esta asociada a la pesca de escama. • El recurso es capturado incidentalmente en la pesca del camarón. • Su zona de explotación: costa occidental, Bahía Magdalena-Almejas y Bahía Sebastian Vizcaíno. • Las especies con mayor biomasa se encuentran entre los 24 y 25 ° Lat. N y distribuidos de 30 a 100 m de profundidad. • Se carece de información estadística detallada. • No se cuenta con información sobre las técnicas actuales de captura. • No existen medidas de regulación para ésta especie. • Es explotada por sólo cuatro cooperativas y 24 productores privados. • No existe procesamiento y tratamiento industrial de las capturas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Su explotación es más intensa entre mayo y septiembre. • No se cuenta con una evaluación de su potencial. • En los últimos cinco años su producción ha fluctuado entre los 358 y 725 toneladas. • Su tendencia es a mantenerse en los rangos de explotación señalados. • Es un recurso de alto valor a nivel internacional, por lo que su comercialización puede ser fácil. • Oportunidad de comercializar el producto con otra presentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar el recurso a través de su captura como fauna de acompañamiento. • Fomentar la eficiencia, diversificación y aprovechamiento integral tanto de las capturas dirigidas, como las de fauna incidental para lograr el desarrollo de la actividad y mejorar los niveles de consumo. • Realizar investigaciones para establecer métodos de aprovechamiento pesquero, determinando abundancia, distribución y su comportamiento • Desarrollar programas de investigación y evaluación del recurso en términos del esfuerzo pesquero, artes y equipos . • Es importante seguir investigando el recurso con el propósito de explotar las cuatro especies más representativas y algunas de las 22 registradas. • Establecer convenios de coordinación para la obtención de recursos financieros para el fortalecimiento de la investigación de especies rentables principalmente. • Establecer un esquema productivo de aprovechamiento del recurso, apoyándose en la incorporación de artes eficientes de captura y compatibilizando capacidades de pesca con la planta industrial. • En la medida del avance de la investigación, se deben evaluar los procesos de comercialización y distribución del recurso.

PESQUERÍA: ESCAMA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería desarrollada, su producción pasó de 3 mil toneladas en 1986 a 7.8 mil en 1994 en peso vivo. • En 1994 se registraron 3474 embarcaciones menores y 52 mayores. • Se estima que al menos 1 mil pangas se dedican a la pesca de escama y tiburón, ocupando en forma directa a más de 2 mil pescadores. • El valor de la producción de escama en Baja California Sur se estimó en 22.4 millones de pesos para 1994. • No obstante que su volumen de producción se considera bajo, es importante en términos de la generación de empleos directos e indirectos que crea y por el valor agregado que pudiera dársele a los productos. • Existe problema en la administración del recurso, debido a la carencia de estudios sobre su comportamiento y disponibilidad, a la multiplicidad de lugares y artes de pesca y al poco apoyo en infraestructura. • La zona de captura es a lo largo de la costa de Baja California Sur. • Destacan como las especies que más se capturan: pierna y lenguado en el pacífico norte; verdillo, pierna y lisa en el pacífico sur y guachinango, pierna y jurel en el Golfo de California. • La especie más rentable es la pierna con 800 t capturadas con un valor de 3 millones de pesos y el guachinango con 470 t con valor de 2.7 millones de pesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe una estimación del potencial, sin embargo, la autonomía de la flota supone una fuerte presión sobre los recursos en bahías y esteros. • Su potencial puede radicar en la explotación del recurso en zonas inexploradas alejadas de la costa. • Mediante la realización de investigaciones e incorporación de tecnología, esta pesquería puede tener un gran potencial. • A través de la reorganización de los productores y la comercialización de nuevos productos, se puede optimizar el aprovechamiento del recurso. • Su potencial se dirige básicamente al consumo local y regional. • La adopción de medidas tendientes al buen manejo del recurso, desembarco y transportación a los centros de acopio o mercados, así como la aplicación de tecnología para dar nuevas presentaciones a los productos derivados de la escama, puede implicar un mejor ingreso para el productor, bajo los niveles actuales de captura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un sistema de información estadístico (base de datos) del sector, ampliando la cobertura temática de las estadísticas hacia las principales especies e información pesquera en general. • Diferenciar las especies (pierna, verdillo, guachinango, lenguado, jurel, lisa y corvina principalmente) en las estadísticas propiciando un mayor seguimiento de las mismas. Desarrollar bajo el mejor sustento biológico ecológico y económico estudios e investigaciones en apoyo a la administración y manejo de la pesquería tanto para especies explotadas como inexploradas. • Analizar la evolución del esfuerzo pesquero y evitar el exceso de barcos para que la explotación de la pesquería siga siendo económicamente viable. • Realizar estudios respecto a los sistemas de regulación tales como redes de enmalle de luz de malla chica y uso de redes para pesca con cerco y buceo. • Desarrollar y sistematizar la información respecto a la pesca deportiva, para conocer su dinámica e impacto económico y social en Baja California Sur. • Promover las características y ventajas de la pesquería y flota escamera para atraer inversionistas interesados en este recurso y en su procesamiento. • Proponer de manera justificada la gestión para la incorporación de infraestructura básica e infraestructura de comunidades pesqueras para el procesamiento de los recursos.

PESQUERÍA: ESCAMA *(Continuación)*

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • La mejor temporada de captura se dá de mayo a septiembre. • Los métodos de captura utilizados son: redes de enmalle, líneas unitarias con anzuelo y palangres o cimbras. • La actividad de extracción no está reglamentada, exceptuando la de la lisa o lebrancha. • La flota presenta una alta movilidad, asociada a la migración de las especies de mayor interés comercial. • Se registra un incremento del esfuerzo pesquero debido a la presencia de flota de otros estados. • Los productos de la pesca de escama se comercializan en fresco-enhielado y congelado. Aproximadamente una tercera parte del total de producto fresco-enhielado en Baja California Sur corresponde a la escama. • El 10% del producto fresco-enhielado se consume en el Estado, el 86% en el mercado nacional y 4% en el extranjero. • De los productos congelados, el 49% se comercializa en el Estado y 51% a nivel nacional. 		<ul style="list-style-type: none"> • Proponer la construcción de un desembarcadero para escama en La Paz. • Revisar el régimen o status de las pangas que operan en Baja California Sur, para regular el esfuerzo pesquero. • Diversificar los métodos de captura y tener un seguimiento de la pesquería para definir el estado actual de las poblaciones explotadas. • Impartir a través de cursos y talleres, los aspectos fundamentales económicos, jurídicos y financieros para el fortalecimiento de las organizaciones, así como para la capacitación tecnológica a los productores respecto al manejo del recurso, localización de áreas de pesca, conservación, transporte y equipos de navegación.

PESQUERÍA: TIBURÓN Y CAZÓN

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería desarrollada de gran tradición en México y en Baja California Sur. • El principal producto que se comercializa en el mercado internacional por su alto valor, son las aletas. • México es el principal país productor de América y el 4o. a nivel mundial. • Este recurso representa el 2.4% de la captura nacional y el 0.8% a nivel internacional. • En la última década el volumen de captura en B.C.S., ha oscilado en 1300 toneladas de tiburón y 1300 t de cazón por año. • Este recurso representa el 3.5% de la producción estatal. • La zona de pesca del tiburón es la región central del Golfo de California y ocasionalmente en áreas protegidas. Por su parte la zona de captura del cazón son las bahías de La Paz, Concepción y Magdalena. • Para fines comerciales y de su valor comercial, el tiburón se categoriza en función de la calidad de las aletas y color de la carne. • Los tiburones se caracterizan por su lento crecimiento, madurez tardía y fecundidad baja, lo cual los hace sensibles a la sobre-explotación. • El cazón es capturado con redes de nylon de monofilamento con luz de malla de 3.5 y 5 pulgadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Representa en el corto plazo una pesquería con gran potencial, a partir de una mayor investigación y creación de la industria que procese de manera integral el recurso. • El aceite de hígado tiene potencial para ser comercializado como medicamento, en tanto que debe aprovecharse el lóbulo inferior de la caudal, ya que presenta demanda. • Debido a la sobre-explotación del recurso, resulta difícil el incremento de los niveles de producción actuales. • Debe de mantenerse su producción actual, evitando el colapso de las especies tradicionalmente explotadas en B.C.S. • Buscar especies no capturadas en la actualidad como son los tiburones de profundidad. • Potencial alternativo de utilizar especies no sobre-explotadas o catalogadas como plagas ("francisci" y "mexicanus") para fines de ornato. • Iniciar la explotación de especies pelágicas del pacífico, principalmente el coludo, pinto y mako que alcanzan un alto valor de comercialización en fresco en los E.U.A. • Se tiene potencial para comercializar la carne en fresco, a través de la agrupación de los integrantes de los campos pesqueros para organizarse y manejar adecuadamente el recurso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo un censo de carácter general sobre el número de pescadores, flota, artes, equipos y técnicas de captura. • Proponer un programa de investigación sobre la disponibilidad, migración, diferenciación y características específicas del recurso. • Proponer el diseño de un programa de registro de las especies más importantes para el Estado, en paralelo a un sistema de obtención de estadísticas para su mejor aprovechamiento. • Desarrollar programas de investigación, evaluación y estudios de factibilidad biológica y económica del recurso en términos del esfuerzo pesquero, artes y equipos de pesca. • Promover la creación de grupos técnicos interinstitucionales y sectoriales para el análisis científico-socioeconómico de la pesquería y acuerdos y toma de decisiones en relación a la optimización del aprovechamiento integral del recurso, implantación de vedas y regulación de artes y equipos de pesca. • Revisar, analizar y proponer o sugerir una Norma Oficial Mexicana que regule la pesquería del tiburón, ya que requiere de inmediato de una mayor regulación y protección dada su vulnerabilidad a la sobre-explotación. • Establecer un programa de concertación entre productores que permita el mejor manejo y presentación del recurso en su modalidad de seco-salado.

PESQUERÍA: TIBURÓN Y CAZÓN *(Continuación)*

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • El tiburón se captura con redes de piola con longitud de 150 y 300 m y luz de malla de 10-13 pulgadas o con cimbra de 30 a 100 anzuelos, utilizando pangas con eslora de 7 a 8 m de fibra de vidrio. • Los pescadores de Baja California Sur, realizan sus operaciones en una franja costera de 10 a 20 km de distancia de la costa en la época de primavera-verano, debido esto último a que coincide con su período de gestación y crianza; a que disminuyen las capturas de abulón y langosta y a que las condiciones meteorológicas son menos extremas. • No obstante la vulnerabilidad del recurso para ser sobre-explotado, no existe ninguna normatividad en cuanto a vedas, permisos, artes de pesca o protección de especies. • Se carece de información suficiente y confiable sobre el manejo de la pesquería, lo que ha conllevado a la sobrepesca de organismos adultos y juveniles. • Existe una alta migración del recurso. • Los productos del tiburón son objeto de un incipiente proceso industrial, sólo la carne es procesada en seco salado, el resto de los productos son vendidos como materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> • El potencial de industrialización del tiburón, se puede dar mediante el procesamiento de pieles, aletas y enmarquetado de la carne. • Buscar la explotación y comercialización del tiburón de primera clase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la reorganización y reestructuración de las organizaciones involucradas con el recurso con el propósito de lograr beneficios sociales y económicos para los grupos participantes. • Aprovechar integralmente las aletas y aceite de hígado de tiburón. • A un corto plazo crear la industria del tiburón que permita el procesamiento de pieles, aletas y enmarquetado de la carne y a la vez propiciar un desarrollo regional a través de la captación de ingresos y la generación de un mayor valor agregado al recurso. • Concertar ante la banca, con el apoyo de las autoridades, recursos financieros para aviutallar y subsanar el incremento de gasolinas, motores y redes para la pesca del tiburón. • Analizar y ampliar los canales de comercialización, ya que sólo existe mercado establecido para las aletas y la carne y no así para el aceite y el cartílago. • Realizar un análisis de mercado que determine la factibilidad de procesar la carne y venderla en marquetas. • Llevar a cabo un estudio de viabilidad para la obtención del cartílago de la aleta para su comercialización .

PESQUERÍA: PELÁGICOS MENORES

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una pesquería industrializada. • La captura ha contribuido con más del 40% a la producción nacional de pesca. • La producción ha oscilado alrededor de 15000 t anuales • En el Golfo de California las mayores capturas son de sardina monterrey, efectuándose las descargas en Guaymas y Yavaros, Son. • En la costa occidental se desarrolla una pesquería en la parte norte, con capturas de sardina monterrey, macarela y anchoveta con desembarques en Ensenada. En la parte suroeste de B.C. (alrededores de Isla Cedros), existe otra con capturas de macarela y en Bahía Magdalena se capturan sardina monterrey, crinuda, bocona y macarela. • Las descargas son en Puerto Adolfo López Mateos y Puerto San Carlos. En cada localidad existe una planta industrial de enlatado. • De 1990 a la fecha, la captura de sardina en Bahía Magdalena, ha sido mayor a las 20000 t anuales, llegando a 36000 t en 1994. • El producto en Bahía Magdalena es destinado en un alto porcentaje al consumo humano. • Se emplea para la captura el sistema de cerco de jareta. • En forma artesanal se capturan juveniles presentados en el mercado en como "charal seco". • El principal ordenamiento se establece en la NOM-003-PESC-1993. • La industria incluye plantas congeladoras, reductoras y enlatadoras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha estimado que existe un potencial de 300 mil toneladas de sardina y anchoveta en la costa occidental de Baja California Sur el cual puede ser objeto de explotación en el corto plazo. • El recurso presenta una tendencia a oscilar drásticamente en su abundancia. • La diversificación de la industria hacia la presentación de una variedad más amplia de productos, para el consumo humano directo repercutiría en la necesidad de materia prima, y por lo tanto de un incremento en la explotación del potencial pesquero de pelágicos menores en la región. • Con la liberación de precios de los productos derivados y la apertura del mercado de exportación, está desarrollándose la comercialización de fresco-congelados hacia los países del norte y orientales respectivamente. • La regulación pesquera por tallas mínimas no funciona para artes de pesca no selectivos como las redes cerqueras, contrariamente la administración a base de cuotas de captura requeriría la oportuna evaluación del recurso pesquero por diversos métodos. 	<ul style="list-style-type: none"> • La flota sardinera-anchovetera que opera en el área también puede diversificar sus capturas a otras especies que fueran susceptibles de capturar (como el barrilete y el bonito) con adaptaciones mínimas en el método de captura o reacondicionamiento de las embarcaciones (i.e. funcionamiento adecuado de la refrigeración en bodegas). • Presentaciones diferentes a las que se elaboran para el mercado nacional, podrían enfocarse en primera instancia al mercado de exportación. • El incremento de los desembarques de sardina y anchoveta, también depende de la pesca del recurso en otras áreas actualmente no aprovechadas por el Estado. • En Bahía Tortugas existe infraestructura industrial que podría aprovecharse. Asimismo, Punta Abrejos es la localidad más accesible a la carretera transpeninsular (la vía de comunicación terrestre más importante para distribuir productos a los E.U.A.). • Aplicación del sistema HACCP para mejorar la calidad de los productos. • En la producción de harina de pescado se sugiere incrementar la calidad para elaborar harina "premium", de alto valor en el mercado. • Desarrollar métodos de procesamiento y comercialización diferentes a los tradicionales, quizá orientados al consumo directo y con un valor agregado más alto. • Regular el desarrollo para prevenir problemas derivados de la competencia y mercado internacional.

PESQUERÍA: ATÚN

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una pesquería desarrollada. • La especie que más se captura por su valor y abundancia es el aleta amarilla (80% del total), seguido del barrilete. • A nivel nacional el sector empresarial se encuentra asentado en Ensenada y Mazatlán principalmente. • Baja California Sur ocupa el 3er. lugar en cuanto al número de plantas, capacidad instalada y capacidad en frío a nivel nacional, y 3er. lugar como productor de atún enlatado, con 1.8 millones de cajas (18% de la producción nacional). • Se cuenta con cuatro plantas enlatadoras. • Existe la NOM para el aprovechamiento de túnidos con redes de cerco y un aviso que establece la tasa máxima de captura incidental de delfines. • Existe NOM para la expedición de certificados de los productos derivados. • Existen empresas procesadoras que aseguran al abasto mínimo de materia prima. • El 90% del atún enlatado se comercializa a nivel nacional, solo el 10% es para abasto local. • El atún congelado es comercializado a Italia, Japón, España y Colombia principalmente. • En Bahía Tortugas se carece de muelle pesquero y astillero, dificultándose las descargas. • Existe poca capacidad de almacenamiento a nivel local. 	<ul style="list-style-type: none"> • El nivel de abundancia del recurso está en un nivel óptimo. • La capacidad de acarreo de la flota atunera mexicana ocupa el 1er. lugar por arriba de Venezuela, E.U.A. y Ecuador. • Se encuentra cubierto el mercado nacional del suministro del atún. • Se realizan exportaciones a Europa. • Con la anulación del embargo atunero, la producción y capacidad de acarreo puede crecer de manera importante. • El 10% de la captura total del aleta amarilla se extrae de la zona del Golfo de California, Islas Marías e Islas Revillagigedo. • El área de operación de la flota en el noroeste de México presenta mediana y alta intensidad de pesca tanto para el atún como para barrilete. • Las embarcaciones de menor capacidad de acarreo (sardineros adaptados con menos de 200 toneladas de capacidad de acarreo) pueden dedicarse a la pesca de túnidos con resultados eficientes. • La eficiencia de la flota de menor capacidad de acarreo (sardinera adaptada) puede incrementarse si el flujo de operaciones es continua, con una estancia mínima en puerto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar el uso de la capacidad instalada de las plantas atuneras en función de la disponibilidad, para satisfacer la demanda, crear fuentes de empleo y elevar el nivel de consumo de la población. • El bonito es susceptible de capturarse estacionalmente en las épocas de disponibilidad. • Atraer inversionistas para el desarrollo de infraestructura portuaria que facilite las operaciones de carga y descarga del producto. • Buscar apoyo para la instalación de un astillero que permita la compostura de unidades y disminuya los costos de operación. • Fomentar la utilización de barcos vareros para la captura del atún para el mercado nacional de comida de tipo japonés. • Apoyar a los productores nacionales para la estructura de una comercialización agresiva, dirigida a mercados adicionales, buscando diversificar la presentación. • Buscar apoyo estatal y/o federal a través de la canalización de recursos financieros para subsanar las carencias de recursos básicos de la empresa P.P. B. de Bahía Tortugas. • Someter la materia prima a un control de calidad, tomando en cuenta las normas para la exportación de enlatado, ya que sólo se exporta en fresco. • Promover la diversificación y consolidación del mercado externo con nuevas presentaciones. • Diseñar y estructurar una base de datos con información de bitácoras y otros registros de embarcaciones de cerco, vareras, deportivas y artesanales que pescan en la Z.E.E.

PESQUERÍA: DEPORTIVO-RECREATIVA

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS												
<ul style="list-style-type: none"> • Los recursos son principalmente el marlin rayado, negro y azul, así como el pez vela. • Las áreas importantes son: Los Cabos y Buenavista, B.C.S. • Existe una flota deportiva con 180 a 200 embarcaciones de diversas dimensiones, que realizan 20500 operaciones anuales. • La especie más capturada es el marlin rayado (70% a 80% de la producción). • El marlin rayado se captura en el Océano Pacífico de diciembre a marzo. • Las primeras capturas de marlin azul y pez vela ocurren en mayo, incrementándose hasta sus máximos en agosto y septiembre. • La operación de la flota es continua durante todo el año, ya que existen niveles adecuados de abundancia. • La pesca se efectúa mediante cañas y carrete, utilizando carnada y curricán. • La NOM-017-PESC-1994 regula estas actividades. • Se requiere de permisos individuales e intransferibles expedidos para un día y hasta por un año. • Mediante acuerdo entre la autoridad Pesquera en el Estado, y los Prestadores de Servicios, se estableció como límite de captura de cualquier especie de pico, un ejemplar por embarcación, y por día de pesca. • El producto es destinado al consumo directo, ahumado y para taxidermina. 	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con el Informe Final del Comité Técnico de Peces Picudos y Especies Afines (1987), el potencial pesquero del recurso en la Z.E.E. del Pacífico mexicano asciende a 125 000 individuos (3725 t de peso desembarcado). <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Especie</th> <th style="text-align: center;">No. de peces</th> <th style="text-align: center;">toneladas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Marlin rayado</td> <td style="text-align: center;">90000</td> <td style="text-align: center;">2700</td> </tr> <tr> <td>Pez vela</td> <td style="text-align: center;">25000</td> <td style="text-align: center;">575</td> </tr> <tr> <td>Pez espada</td> <td style="text-align: center;">10000</td> <td style="text-align: center;">450</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • La mayor parte de las poblaciones que sostienen la pesquería deportiva registran potenciales que rebasan la capacidad extractiva de la flota deportiva de la región. • Es fundamental definir claramente su política en relación con el aprovechamiento de los recursos hasta ahora destinados a la pesca deportiva. • La pesca deportiva es propulsor económico y social de la entidad, al involucrar a varios sectores productivos y generar empleos para la región. 	Especie	No. de peces	toneladas	Marlin rayado	90000	2700	Pez vela	25000	575	Pez espada	10000	450	<ul style="list-style-type: none"> • Es requisito indispensable contar con información confiable sobre los niveles de captura y esfuerzo, que permitan la estimación de índices de abundancia. • Se requiere implementar un mecanismo eficiente de captación de información, tanto del número de embarcaciones dedicadas a la pesca deportiva, como del número de operaciones y los resultados y circunstancias de las mismas. • Es necesario incrementar el conocimiento biológico-pesquero de los recursos así como su relación con el medio ambiente y los factores económicos que interaccionan con el aprovechamiento de los recursos. • Debe considerarse la eliminación de la excepción de la norma en cuanto al uso del cebado. • En tal caso sería necesario contemplar opciones respecto al destino del producto, que por efecto de la mencionada restricción, no pudiera ser retenida por el pescador. • La expedición de permisos para la pesca deportiva no guarda relación con los mecanismos para el control estadístico de la captura y el esfuerzo (bitácora de pesca deportiva), según lo estipulado por la norma. • Por lo anterior sería recomendable limitar la vigencia de los permisos de pesca deportiva a un máximo de un mes, y vincular los mecanismos de expedición con la recuperación de las bitácoras respectivas. • Desarrollar programas de capacitación, asesoría y asistencia técnica para el fomento de la pesca deportiva.
Especie	No. de peces	toneladas												
Marlin rayado	90000	2700												
Pez vela	25000	575												
Pez espada	10000	450												

PESQUERÍA: GELIDIUM

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una pesquería desarrollada de carácter regional de gran importancia en la generación de materia prima para la obtención de agar-agar. • La zona Punta Eugenia - Bahía Tortugas es la más importante, concentra el 65% de la producción. • Existe presión de pesca en la zona anterior debido a la calidad del alga. • Se cosecha aproximadamente 180 días al año, esto se da de acuerdo a las condiciones meteorológicas. • En la década 82-92 su producción se estabilizó en 600 toneladas. En 93-95 disminuyó a 500 toneladas debido a problemas de mercado. • Se explota con base en concesiones y permisos (ocho cooperativas y siete productores privados). • Se colecta mediante buceo tipo Hooka, apoyado con embarcaciones menores con motor de 40-60 H.P. • Batimétricamente se distribuye de la línea de baja marea hasta los 16 m. • No se cuenta con instalaciones especiales para su manejo. • No existe Norma Oficial Mexicana para regular su aprovechamiento. • El esfuerzo pesquero ha disminuído, debido al bajo costo del producto en relación a otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • De aprovechar óptimamente los actuales mantos, se estima su potencial en 550 toneladas promedio anuales. • Se comercializa en seco como materia prima para la industria extranjera del agar y también se destina a la Cía. Agar-Mex para el procesamiento de agar de tipo bacteriológico y alimenticio. • Mayor aprovechamiento de la especie en función de su marco normativo, de su organización a través de la explotación en concesiones y de la alternativa de industrialización en otras empresas procesadoras. • Presenta oportunidades de comercialización a nivel nacional e internacional. • A nivel nacional existe una amplia gama de empresas de tipo farmacéutica, alimenticia, cosmetológica y mueblera que podrían sustituir importaciones por el producto nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer la Incorporación de una NOM de regulación, que defina cuotas y períodos de captura bajo el criterio de pesca responsable. • Concertar con las autoridades y justificar que la explotación del recurso sea solamente bajo el régimen de concesión para asegurar los rendimientos sostenidos del recurso. • Promover y equilibrar la explotación a través de la rotación de mantos. • Determinar con bases científicas y tecnológicas, los niveles de captura máxima permisible, el esfuerzo pesquero susceptible de aplicarse, los métodos y técnicas de pesca adecuados. • Propiciar la integración del sector social y privado pesquero como medio para lograr el desarrollo regional y eficientar la pesquería. • Atraer la inversión nacional y extranjera en la fase industrial para imprimir una mayor dinamismo a esta pesquería, ampliando su capacidad productiva y elevando los niveles de eficiencia. • Apoyo de los diferentes sectores y autoridades para la rehabilitación de la planta de Agar-Agar en Bahía Tortugas. • Buscar los mercados apropiados para hacer rentable la planta de Agar-Agar y colocar producto de alto valor. • Resolver problemas de traslapes de zonas de pesca concesionadas para el aprovechamiento de las algas y sargazos. • Realizar estudios que determinen su potencial real y que definan sus épocas y tasas de reproducción.

RECURSO: MACROCYSTIS

SITUACIÓN ACTUAL	POTENCIAL	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Se explota en la costa occidental de Baja California desde Isla Coronado a Arrecife Sacramento. • Se distribuye batimétricamente a 15 m de profundidad. • Sólo existe un productor en Baja California (Productos del Pacífico) que cuenta con la concesión desde 1956 y ésta fue renovada por 20 años a partir de 1994 (emplea a ocho personas y comercializa el recurso como materia prima). • Su producción promedio es de 30 mil toneladas anuales en Baja California. • Se cosecha sólo la porción superior de las algas (1.20 m). • El reclutamiento ocurre cuando las frondas de los ejemplares llegan a la superficie. • Solo se cuenta con un barco para su explotación: “El Sargazero”. • Existen mantos sin explotar desde Isla San Benito hasta Punta San Pablo. • No se cuenta con la infraestructura para el manejo y procesamiento del recurso. • El recurso no se ha aprovechado por la falta de plantas industrializadoras. • Se tiene un desarrollo tecnológico nacional con requerimientos de agua similares a las de otras industrias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se estima un potencial para Baja California Sur de 30 mil toneladas. • Se utiliza como materia prima para la producción de alginatos, los cuales tienen una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias. • Tiene gran potencial debido al alto valor de los alginatos en el mercado internacional. • Se tiene una alta demanda del recurso para ser utilizado como alimento para abulón en cultivo. • Es de gran valía dadas sus propiedades en pro del hábitat marino. • Su potencial está en función de la creación de industria procesadora, misma que contribuiría al desarrollo socio-económico de la región. • A nivel internacional es cada vez mayor la demanda de alginatos. • El recurso presenta una alta tasa de regeneración (13-20 cm por día según sea invierno o verano). • Incorporando medidas regulatorias, la producción del recurso puede ascender de manera importante. • Desde el punto de vista empresarial, la inversión es recuperable en tres años, obteniendo rendimientos del alga en productos terminados así como en sus derivados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer una industria nacional para el aprovechamiento del recurso en función de la disponibilidad de materia prima y de la política de ordenamiento pesquero. • Promover la instalación de una planta procesadora en la región. • Promover un paquete tecnológico para la industrialización de alginatos bajo criterios de eficiencia, productividad y rentabilidad. • Orientar también, el aprovechamiento del recurso como alimento para el cultivo de abulón. • Promover la realización de programas de trasplante en mantos afectados. • Realizar investigaciones sobre la generación de biotecnología para el cultivo del recurso. • Para explotar el potencial disponible en Baja California Sur se recomienda adquirir una embarcación de diseño especial, buscando apoyo crediticio de la banca. • Cosechar mantos a profundidades máximas de 1.20 m por debajo de la superficie. • Llevar un registro diario de bitácora. • Otorgar concesiones a productores asentados en áreas productivas, para fomentar su aprovechamiento como materia prima para la industrialización de alginatos, alimento para abulón y hábitat de otros organismos de alto valor comercial. • Promover las ventajas del recurso para atraer inversionistas interesados en su industrialización. • Evaluar la factibilidad de penetración de los alginatos en los mercados nacionales e internacionales.

CULTIVO DE ABULÓN *Haliotis* spp.

José Manuel Mazón Suástegui, Margarita Muciño Díaz y Luis Alonso Bazúa Sicre

RESUMEN

El cultivo de abulón en Baja California Sur se inició en 1984, con la operación del Centro de Acuicultura e Investigaciones Pesqueras en Bahía Tortugas, B.C.S., de la SEPESCA (hoy SEMARNAP). El cultivo extensivo o repoblamiento se inició en 1982, con trasplantes de juveniles y preadultos y propagación de larvas y semillas de laboratorio. Si se incrementa la cantidad de organismos liberados podrían obtenerse buenos resultados a largo plazo. El cultivo intensivo en artes flotantes y estanquería supralitoral se realiza en escala piloto. Los laboratorios y granjas de engorda pertenecen exclusivamente al sector social y producen juveniles catalogados en el mercado internacional como abulón "Ciopino", "Baby" o "Medallón". Las áreas de cultivo potenciales se ubican principalmente en la Zona Pacífico Norte del Estado, donde abunda el forraje natural (macroalgas). El cultivo intensivo podría abarcar hasta la costa occidental de las islas Magdalena y Margarita pero, debido a la baja disponibilidad de macroalgas, tendrían que utilizarse los peletizados comerciales, disponibles en el mercado internacional a un costo muy elevado, o desarrollar localmente una formulación adecuada. Se contempla incrementar la capacidad actual de producción de 525000 semillas a 2.9 millones de semillas por temporada. En función de la tasa de supervivencia (%), se podrían producir, 7.25 t (1%), 36.25 t (5%), o 72.5 t (10%), de carne de abulón propagado y recapturado. Con el cultivo semiintensivo en barriles de plástico se podrían obtener 2.32 millones de abulones "Baby", equivalentes a 32.8 t de carne, o 2.03 millones de "Medallón", equivalentes a 201.4 t de carne. Con el cultivo intensivo en estanquería supralitoral, se podrían obtener 2.77 millones de abulones "Baby", con un peso total de 39.05 t de carne, o 2.46 millones de "Medallón", con un peso total de 244.5 t. Un producto adicional del cultivo podrían ser las medias perlas.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I.A. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las estadísticas pesqueras, hace más de 20 años México llegó a ser uno de los principales productores de abulón del mundo, junto con Australia y Japón, llegando a aportar el 37 % de la captura total. La idea de promover el establecimiento de proyectos comerciales de cultivo surgió a raíz de la fuerte declinación de las capturas de abulón, inducidas por estrategias inadecuadas de explotación, desde principios de los años setenta y por la gran demanda que tiene este molusco en el mercado internacional. El objetivo de esta nueva tendencia en el aprovechamiento se dió con el fin de recuperar, incrementar y/o mantener la productividad del recurso abulonero (Muciño-Díaz, 1995).

Hoy en día la producción de semillas de abulón, *Haliotis* spp., se está realizando en distintas regiones del mundo, incluyendo a nuestro país. En Japón se producen al año más de 30 millones de semilla de *H. discus hannai*, cuyo destino es principalmente la repoblación. En Estados Unidos de América, en la costa del estado de California, se producen semillas de *H. rufescens* por unidad de millón y se cultivan hasta un tamaño de 60-70 mm. En Taiwan se producen más de 16 millones anuales de semillas de *H. diversicolor*. En México se está produciendo semilla de abulón en laboratorios ubicados en la Península de Baja California (Muciño-Díaz, 1995).

ANTECEDENTES

En la década de los años setenta, a través de un intercambio de cooperación técnica entre los gobiernos de México y Japón, un grupo de expertos en cultivo de abulón iniciaron la capacitación de técnicos mexicanos en la producción masiva de semilla, pero la falta de infraestructura no permitió el cumplimiento total de los objetivos. En el período de 1984-1988, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO-UABC) inició un proyecto de investigación con el objetivo de complementar estos esfuerzos. Una primera etapa se enfocó a la determinación y evaluación de alternativas para el uso de la semilla que se produciría en los laboratorios y, en la segunda los estudios se centraron en diversos aspectos relacionados con la producción misma de semilla (Salas Garza y Searcy Bernal, 1990).

De forma paralela se experimentó como alternativa el cultivo de la semilla en cautiverio; el experimento se realizó en la Bahía de Todos Santos, B.C., con semilla de *H. rufescens*; después de 18 meses sobrevivieron más del 80% (Salas Garza y Searcy Bernal, 1987). La cooperativa "Bahía Falsa", con asesoría del IIO, inició el primer cultivo piloto comercial de engorda en el país con abulón negro *H. cracherodii* y posteriormente con asesoría de la Secretaría de Pesca, continuó con el cultivo de *H. rufescens*, *H. fulgens* y *H. corrugata*, a partir de semilla producida en California E.U.A., que fué cultivada en instalaciones ubicadas en la Isla San Martín, B.C. (Salas Garza y Searcy Bernal, 1990).

Por lo que se refiere al estado de Baja California Sur, la primera acción en firme hacia el establecimiento del cultivo de abulón se dió en el año de 1984, cuando la Secretaría de Pesca, hoy convertida en la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, puso en operación el Centro de Acuicultura en Bahía Tortugas. El centro fue originalmente diseñado para la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la producción de semilla de especies nativas, principalmente abulón azul *Haliotis fulgens* y abulón amarillo *H. corrugata*, así como para la capacitación y entrenamiento de los cuadros técnicos que, en el mediano plazo, pudieran operar

nuevos laboratorios en otras localidades, granjas de producción intensiva y programas de repoblación de bancos naturales sobreexplotados (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

No obstante, la posibilidad de cultivar abulón en Baja California Sur ya había sido considerada anteriormente por inversionistas extranjeros. En 1981, una compañía norteamericana ofreció transferir su tecnología para el cultivo de abulón a un costo de 1.5 millones de dólares y en 1982 un proyecto similar fue presentado al gobierno mexicano por otra compañía extranjera. La Federación de Cooperativas Pesqueras de Baja California declinó la propuesta y, en cambio, realizó un convenio con la Secretaría de Pesca para operar en conjunto los laboratorios oficiales ubicados en Eréndira, B.C., y Bahía Tortugas, B.C.S. (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

El proyecto global de las sociedades cooperativas contemplaba la construcción de instalaciones para el cultivo intensivo de la semilla, tanto en tierra como en el mar, en diferentes localidades del Estado. En 1986 las sociedades cooperativas "Progreso" y "Leyes de Reforma" construyeron, en La Bocana B.C.S., un laboratorio productor de semilla con instalaciones anexas para su cultivo intensivo a nivel piloto. El objetivo del proyecto fue de investigación y asimilación de tecnología para la producción de semilla de abulón. En estas instalaciones se han producido semillas y juveniles que se han destinado tanto al cultivo intensivo como a la repoblación de bancos naturales sobreexplotados. En el año de 1987 la Federación de Cooperativas "Baja California" acordó construir, en Punta Eugenia B.C.S., un nuevo laboratorio productor de semilla con instalaciones para el cultivo intensivo a la talla "medallón" (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

ORIGEN DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA

El interés mundial en el cultivo de abulón data de hace más de cinco décadas. Los primeros estudios fueron desarrollados en Japón en 1935 por S. Murayama, quien utilizó el método de fecundación artificial y describió el desarrollo larval, mostrando con ello la factibilidad de su cultivo (Matsunaga *et al.*, 1987). Actualmente diez institutos japoneses de investigación producen varios miles de millones de semillas de abulón anuales, que se cultivan por un año hasta la talla de 3 cm antes de su liberación en el mar (Sagara, 1985).

El origen de la actividad en México data de 1970, cuando en la Estación de Biología Pesquera de El Sauzal, B.C., se efectuaron los primeros desoves de abulón rojo, *Halotis rufescens*, y abulón azul *H. fulgens*, utilizando como inductores el choque térmico y adición de esperma en el medio. Con esta experiencia se inició el primer programa de cultivo de abulón con fines de repoblación, realizado de manera conjunta por los sectores oficial y social pesquero en 1972. Este programa culminó con la liberación de más de 10000 juveniles de *H. rufescens* mayores de 20 mm. El segundo programa de producción de semilla de abulón con fines de repoblación se llevó a cabo durante los años de 1983 a 1985, en los laboratorios de Eréndira, B.C., y Bahía Tortugas, B.C.S., y se liberaron anualmente 2000 y 5000 juveniles, respectivamente (Muciño-Díaz, 1995).

MAGNITUD Y ALCANCE GEOGRÁFICO DEL CULTIVO DE ABULÓN

Desde los años setenta se han intensificado los esfuerzos a nivel mundial y se han obtenido notables avances tecnológicos a partir del modelo japonés, cuya aplicación se ha extendido a países como Australia, Canadá, Chile, Francia, E.U.A. y México (Ebert y Houk, 1984). De acuerdo a la información disponible, el cultivo intensivo va ganando terreno a la repoblación de bancos naturales y tiende a consolidarse como una actividad económica rentable.

Desde el inicio de la aplicación de esta biotecnología la producción mundial de abulón cultivado se ha incrementado de manera sistemática y la actividad se realiza en varios países, aunque por sus

niveles de producción menores a una tonelada no aparecen en las estadísticas de FAO (1992). En la tabla 1 se enlistan las producciones por país y año.

Tabla 1.- Producción mundial de abulón cultivado (tomado de FAO, 1992).

País	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Korea	-	17	6	-	19	-	-	-	-
U.S.A.	-	-	23	-	281	-	-	56	-
Otros	144	253	502	1072	-	1157	-	915	1124
Total	161	282	802	1453	1583	-	1225	-	1384

ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL

Las especies distribuidas en aguas mexicanas quedan comprendidas en el grupo de Haliótidos de Norteamérica, conformado por ocho especies, de las cuales siete existen en la costa oeste de la Península de Baja California, pero solamente cinco tienen importancia comercial. Dos de ellas (*H. fulgens* y *H. corrugata*) contribuyen aproximadamente con el 95 - 98 % de la captura total (Vega et al., 1994).

BIOLOGÍA DEL RECURSO ABULÓN

TAXONOMÍA

Según Cox (1962) existe un sólo género reconocido de la familia y alrededor de 130 especies de abulones en el mundo. Sin embargo, de acuerdo con Lindberg (1992), en trabajos de diferentes autores se ha dividido el género *Haliotis* en 15 subgéneros y 60-70 especies, pero se reconoce que no existen suficientes evidencias para la determinación de tales subgéneros. El fenómeno de hibridación es común entre los Haliótidos y puede ser el origen de tales discordancias (Maeda et al., 1994).

MORFOLOGÍA EXTERNA

Los abulones son moluscos gasterópodos que se caracterizan por tener el opérculo externo dilatado, una sola concha de forma oval a circular, dorsalmente muy convexa, notablemente aplanada, con una hilera anterolateral de poros respiratorios adyacentes a la cavidad branquial. Las estructuras sensoriales epipodales están generalmente bien desarrolladas, el cuerpo notablemente aplanado y la masa visceral confinada hacia la última espira (Cox, 1962).

CICLO DE VIDA

El abulón presenta sexos separados, en ocasiones aisladas presenta hermafroditismo. La reproducción generalmente se realiza durante los meses de otoño-invierno. El sexo de los organismos se puede distinguir visualmente cuando están maduros, entonces la gónada masculina muestra una coloración blanquecina amarillenta, mientras que la gónada femenina es de color verde o café-verdoso. El desove se desencadena naturalmente como resultado de las variaciones ambientales en la temperatura del agua y la extrema oxigenación producida por el intenso oleaje

de las mareas de fondo. Los huevos miden alrededor de 200 μ de diámetro y, al igual que el esperma, son liberados a través de los poros respiratorios, como consecuencia de un auto-frotamiento que realiza el organismo mediante la elevación y torsión de su cuerpo.

La fertilización es externa y el desarrollo larval tiene una duración de cuatro a seis días para el abulón azul y de seis a nueve días para el abulón rojo. Durante este tiempo los organismos presentan los estadios larvales de trocófora, véliger temprana (pre-torsión), véliger avanzada (post-torsión) y, finalmente, la etapa de larva reptante o pedivéliger, que después de seleccionar un sitio adecuado se asienta o “se fija” al sustrato iniciando así su vida bentónica como postlarva, al tiempo que se inicia su alimentación exógena con diatomeas bentónicas que se desarrollan sobre el sustrato fitocolonizado donde se ha “fijado”.

La fase de juvenil se inicia cuando los organismos empiezan a alimentarse de frondas tiernas de macroalgas, mediante la rádula, con la cual el pequeño abulón raspa el sustrato y desprende el material con el que se alimenta. La etapa de preadulto se inicia una vez que el organismo empieza a madurar sexualmente, lo cual puede suceder a partir de que se alcanza una talla de 3 a 4 cm. La etapa de adulto se puede considerar a partir de los 8 a 9 cm de diámetro mayor, cuando el organismo ya ha consolidado su capacidad reproductiva. A partir de la etapa de preadulto la alimentación preferente del abulón son las macroalgas, entre las cuales destaca el sargazo gigante *Macrocystis pyrifera*.

DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO

De acuerdo a la revisión de McShane (1992) sobre dispersión, asentamiento y reclutamiento de larvas de abulón, se conoce muy poco sobre la biología de sus primeras etapas de vida, debido a las dificultades para detectarlas en el medio natural por los métodos convencionales. La distribución geográfica de las principales especies de interés comercial para las pesquerías y cultivo en México es la siguiente:

Abulón Azul, *H. fulgens*

Se distribuye de Isla Coronados, B.C., hasta la punta sur de Bahía Magdalena, B.C.S. Se encuentra desde la zona intermareal a los 18 metros de profundidad, con las mayores densidades entre 1.5 y 8 m. La talla máxima reportada es de 25.4 cm y la mayor frecuencia de tallas corresponde al intervalo de 15 a 17.5 cm (Cox, 1960, citado por Maeda *et al.*, 1994).

Abulón Amarillo, *H. corrugata*

Se distribuye de Isla Coronados, B.C., hasta Bahía Magdalena B.C.S., desde los ocho a los 60 metros de profundidad, con las mayores densidades entre 8 y 24 m. La talla máxima reportada es de 25 cm y la mayor frecuencia de tallas corresponde al intervalo de 15 a 17.5 cm (Cox, 1960, citado por Maeda *et al.*, 1994).

Abulón Rojo, *H. rufescens*

Se distribuye de Isla Coronados, B.C., hasta Punta Blanca, B.C., desde la zona intermareal baja hasta más de 180 metros de profundidad, con las mayores densidades entre ocho y 25 m. La talla máxima reportada es de 28 cm (Maeda *et al.*, 1994).

Abulón Negro, *H. cracherodii*

Se distribuye de Isla Coronados, B.C., hasta Bahía Asunción, B.C.S., desde la zona intermareal inferior hasta los seis metros de profundidad, con las mayores densidades en la zona intermareal. La talla máxima reportada es de 20.3 cm (Maeda *et al.* *Abulón Chino, H. sorenseni*

Se distribuye de Isla Coronados, B.C., hasta Bahía Asunción, B.C.S., desde los 15 a los 50

metros de profundidad, con las mayores densidades entre 25 y 30 m. La talla máxima reportada es de 25.4 cm (Maeda *et al.*, 1994).

HÁBITAT

Todos los haliótidos se localizan preferentemente en costas rocosas y prefieren las zonas expuestas al oleaje con presencia de las principales macroalgas de las cuales se alimentan, como el sargazo gigante *Macrocystis pyrifera*, la coliflor *Eisenia arborea*, y la cola de zorra, *Egria laevigata*. La naturaleza física del fondo marino donde habitan juega un papel importante en la supervivencia de los abulones en sus diferentes etapas de desarrollo, ya sea porque les brinde un sustrato adecuado de fijación, una fuente de alimento o un lugar de protección de sus depredadores. En su fase larval es común encontrarlos, en aguas con atenuación relativa de las corrientes marinas, a causa de las condiciones fisiográficas. Las postlarvas y juveniles tempranos son frecuentes en las algas coralinas. Los juveniles habitan por lo general en grietas y cantos rodados estables. Los adultos se encuentran tanto en cuevas como en sustratos expuestos (Maeda *et al.*, 1994).

ALIMENTACIÓN

Los embriones y larvas cubren sus requerimientos energéticos por medio de las reservas vitelinas contenidas en el huevo ya que, a diferencia de la mayoría de las larvas planctotróficas, el abulón en etapa larval no toma alimento del medio y tiene una fase pelágica relativamente corta. La alimentación exógena se inicia precisamente al momento de la fijación, a nivel de larva pedivéliger reptante. La postlarva y el juvenil temprano se alimentan del perifiton presente en el sustrato de fijación, y conforme los juveniles crecen sus requerimientos nutricionales cambian y sus estructuras de alimentación se fortalecen, con lo que pueden alimentarse de macroalgas, que es el principal alimento del adulto (Muciño-Díaz, 1995).

Después del tercer o cuarto día de vida las larvas véliger inician la vida bentónica, alimentándose de microalgas, principalmente diatomeas bentónicas y aproximadamente alrededor de los 10 mm de longitud van adquiriendo la capacidad para alimentarse de macroalgas (Ogawa *et al.*, 1992). Leighton y Boolootian (1963) mencionan que las diatomeas bentónicas pueden continuar formando parte importante de la dieta del abulón adulto.

Por sus hábitos herbívoros los abulones habitan áreas donde existen algas flotantes a la deriva o pastos marinos sumergidos, como *Phyllospadix* sp. El comportamiento trófico incluye el ramoneo del sustrato por medio de la rádula, sobre todo en etapas tempranas del desarrollo, y la captura de trozos de macroalgas que van a la deriva en etapas posteriores. El ramoneo conlleva la probable ingestión de briozoarios, hidrozoarios, copépodos, foraminíferos, esponjas, fragmentos de concha, etc. Para la captura de macroalgas el abulón levanta la parte anterior de la concha y el pie y extiende sus tentáculos para formar una barrera de retención. Según las necesidades, el alimento atrapado puede consumirse de inmediato o mantenerse temporalmente a manera de reserva (Muciño-Díaz, 1995; Olsen, 1968; Mottet, 1978, citados en Maeda *et al.*, 1994).

Mediante estudios experimentales en el laboratorio se ha comprobado que las especies *H. rufescens*, *H. corrugata*, *H. fulgens* y *H. cracherodii* prefieren las algas laminariales, mientras que *H. roei*, *H. laevigata* y *H. rubra* prefieren las algas rojas. Pero, en general, las variedades de algas café han sido preferidas por el abulón en la mayoría de los estudios realizados en el hemisferio norte. Sin embargo, en Australia y Nueva Zelanda, donde las algas rojas son abundantes, éstas tienden a ser seleccionadas por el abulón como alimento preferente (Leighton, 1966; Mottet, 1978; Paul *et al.*, 1977; Shepherd y Steinberg, 1992, citados por Maeda *et al.*, 1994).

No obstante lo anterior, el abulón puede preferir un alimento con menor valor nutritivo cuando

simultáneamente se le ofrecen dos o más dietas a su elección. Prefieren algas cafés a *Ulva* sp., aún cuando por su alto contenido de nitrógeno puede considerarse a ésta como un excelente alimento (Tenore, 1976). En estudios experimentales realizados en el Centro de Acuicultura de Bahía Tortugas, los juveniles de *H. fulgens* mostraron una clara preferencia por la "crema de trigo" aún cuando su alimento natural predilecto, el sargazo gigante *M. pyrifera* estuvo presente de manera simultánea. Ensayos experimentales posteriores indicaron que puede incrementarse el consumo de crema de trigo si la gelatina utilizada como ligante se prepara con una infusión acuosa de *M. pyrifera* elaborada con 100 g de trozos del alga en agua caliente (90 °C) durante 30 minutos (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989b).

De esto se puede concluir que, aún cuando se requieren estudios posteriores para aclarar lo relativo a la calidad nutricional de la crema de trigo, ha sido importante establecer el antecedente de que una dieta artificial ha sido preferida por el abulón juvenil, respecto a un alimento natural fresco, apetecible y de excelente calidad, por lo que abre la posibilidad de suministrar por esta vía nutrientes esenciales, antibióticos y promotores del crecimiento para optimizar las tecnologías de engorda (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989b).

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

El crecimiento en las poblaciones naturales de abulón es altamente dependiente del consumo de alimento y por lo tanto de la disponibilidad del mismo. Por esta razón, el crecimiento de los organismos se ve afectado por las variaciones en la disponibilidad de macroalgas a la deriva para determinadas áreas, en función del patrón de corrientes dominante y por fenómenos como "El Niño", que pueden afectar la supervivencia de los mantos de macroalgas. La tabla 2 contiene un resumen con información sobre el crecimiento de varias especies de abulón en diferentes localidades del mundo.

Las experiencias en el cultivo de abulón azul, *H. fulgens*, indican que un 90-95% de las larvas pueden llegar a la etapa de fijación-metamorfosis, pero la supervivencia a una talla de 2-3 mm es normalmente muy baja. En el Centro de Acuicultura de Bahía Tortugas, B.C.S., se han obtenido supervivencias de 1 a 2%, mientras que para el laboratorio de La Bocana, B.C.S., Redona-Villavicencio (1988) reporta un 20% de fijación y un 10% de supervivencia a la etapa de postlarva, lo que representa un 2% acumulado a partir de larva pedivéliger (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a). También para *H. fulgens*, Searcy-Bernal *et al.* (1989) reportan una supervivencia de 0.8% y 0.5% a los 10 y 41 días de cultivo post-fijación y Leighton *et al.* (1981) un rendimiento menor del 1% de larva pedivéliger a pre-semilla de 2-3 mm. Para el abulón rojo, puede esperarse una supervivencia de al menos 7.5% al tercer mes de la fijación (Ebert y Houk, 1984).

En el Centro de Acuicultura de Bahía Tortugas, las postlarvas de abulón azul han tenido un crecimiento del orden de 40-50 μ /día y una supervivencia de 20-30%, obteniéndose presemilla de 5 mm en 3-4 meses de preengorda. Las presemillas de 5 mm cultivadas fuera del laboratorio han tenido un crecimiento promedio de 75 μ /día en grupos alimentados exclusivamente con *Macrocystis pyrifera*, y de 116-150 μ /día al utilizar dietas mixtas constituidas por microalgas, diatomeas y macroalgas (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

En La Bocana, B.C.S., la semilla de 1 cm se transfiere a piletas exteriores de concreto donde se lleva a cabo el cultivo intensivo. Redona-Villavicencio (1988) reporta un 60% de supervivencia a la talla de 2.5-4.0 cm y un crecimiento variable, de 0.6 a 3.15 mm/mes. En un experimento con juveniles de abulón azul menores de 10 mm de longitud, Ogawa *et al.*, (1992) encontraron que los alimentados con diatomeas presentaron una tasa de crecimiento 1.7 veces mayor que los alimentados sólo con macroalgas, tal como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 2.- Crecimiento de *Haliotis* spp. (cm/año) en diferentes países (tomado de Maeda *et al.*, 1994).

Especie	País	Crecimiento	Fuente
<i>H. fulgens</i>	USA	2.5	Burge <i>et al.</i> , 1975
<i>H. corrugata</i>	USA	2.5	Burge <i>et al.</i> , 1975
<i>H. cracherodii</i>	USA	3.0	Leighton y Boolotian, 196
<i>H. rufescens</i>	USA	2.4	Ebert y Houk, 1984
<i>H. rufescens</i>	USA	2.5	Hooker y Morse, 1985
<i>H. diversicolor</i>	Japón	2.5	Hoba <i>et al.</i> , 1970
<i>H. diversicolor</i>	Japón	4.3	Peon, 1980
<i>H. discus hannai</i>	Japón	2.4	Kawamura <i>et al.</i> , 1970
<i>H. discus hannai</i>	Japón	3.6	Momma, 1980
<i>H. discus hannai</i>	Korea	2.2	Yoo, 1984
<i>H. kamschatkana</i>	Canada	2.0	Norman, 1985
<i>H. kamschatkana</i>	Canada	2.0	Olsen, 1983
<i>H. laevigata</i>	Australia	4.5	Shepherd y Heam, 1983
<i>H. lamellosa</i>	Francia	2.6	Foster, 1967
<i>H. tuberculata</i>	Francia	1.7	Cochran y Flassh, 1981
<i>H. tuberculata</i>	Francia	1.8	Foster, 1967
<i>H. tuberculata</i>	Francia	1.8	Clavier y Richards, 1986
<i>H. midae</i>	Sudafrica	2.7	Newman, 1968
<i>H. mariae</i>	Oman	4.3	Shepherd <i>et al.</i> , 1984
<i>H. iris</i>	N. Zelanda	2.0	Poore, 1973

Tabla 3.- Crecimiento de juveniles (mm/día) de *H. fulgens* menores de 10 mm, alimentados con diatomeas y *Ulva* sp. durante 30 días (tomado de Ogawa *et al.*, 1992).

Alimento	Talla inicial			Talla final			Crecimiento
	Máx.	Min.	Med	Máx.	Min.	Med	
Diatomeas	8.5	3	6.5	15	4.5	10.5	129
Diatomeas	11	7	8.8	16	10	12.9	132.3
<i>Ulva</i> sp.	14.5	8	9.8	17	9	12.1	75.2

En relación con el cultivo intensivo en suspensión, se ha registrado una supervivencia del 100% y un crecimiento promedio de 106.51 μ /día durante un ciclo anual, para semilla de abulón azul de 15 mm producida en el Centro de Acuicultura en Bahía Tortugas, B.C.S., que fue cultivada en canastas tipo Nestier con una dieta mixta de las macroalgas *Macrocystis pyrifera*, *Eisenia arborea*, *Ulva* sp., *Laminaria* sp., *Enteromorpha* sp. y *Corallina* sp. (Franco-Santiago, 1986).

MORTALIDAD

De acuerdo con diversos autores, citados por Maeda *et al.* (1994), las principales causas de mortalidad en el abulón pueden agruparse en: a) Eventos naturales, enfermedades y manejo; b) Depredación; c) Mortalidad por pesca.

Entre los eventos naturales que afectan la supervivencia del abulón sobresalen las tormentas, las lluvias y el mal tiempo, que pueden causar el desprendimiento de los organismos por efectos mecánicos o por reducción de la salinidad del agua, dejándolos expuestos a ser aplastados por las rocas en movimiento. Adicionalmente, el excesivo depósito de sedimentos por efecto de los aportes pluviales puede cubrir a los organismos y provocar su muerte por asfixia. Los cambios fuertes de temperatura, ya sea por cambios temporales en el patrón de corrientes o por una combinación de bajamares extremas y vientos fuertes, pueden causar grandes mortalidades en la zona intermareal. Por otro lado, la afectación severa o la desaparición temporal de los bancos de macroalgas por efecto de “El Niño” o por tormentas de efecto destructivo, favorecen el incremento de la mortalidad por falta de alimento (Maeda *et al.*, 1994).

Existen dos reportes de mortalidades masivas debidas a enfermedades y parásitos. Un coccideo ha afectado las poblaciones de abulón negro, *H. cracherodii*, en el sur de California y el protozoario parásito *Perkinsus olseni* ha afectado las poblaciones de *H. laevigata* y *H. rubra* del sur de Australia (Shepherd y Breen, 1992). En abulones cultivados se reportan infecciones bacterianas que causan la descomposición de organismos moribundos de *H. rufescens* (Elston y Lockwood, 1983). Bower (1987a; 1987b) descubrió un parásito patógeno que causa mortalidades masivas en juveniles cultivados de *H. kamtschatica* y *H. rufescens* (Maeda *et al.*, 1994).

La depredación se inicia desde la etapa de larva pelágica por parte de organismos planctófaos. Los mayores depredadores de larvas recién asentadas son los nemátodos, gusanos planos y algunos poliquetos (Shepherd y Breen, 1992). A nivel de postlarva y juvenil temprano, el abulón muere por efecto del ramoneo de moluscos y erizos sobre las algas coralinas a las que se ha fijado. El simple desplazamiento de estos organismos provoca su remoción y desprendimiento, con lo que quedan expuestos a sus enemigos naturales.

Entre los principales depredadores de juveniles y adultos se encuentran diversos gasterópodos carnívoros y pulpos, cangrejos y langostas, peces y mamíferos. Sobresale el caracol carnívoro *Kelletia keleti* (Tegner y Butler, 1989) y los pulpos, que pueden desprender el abulón por medios mecánicos o perforar la concha para inyectar un veneno paralizante (Cox, 1962; Mottet, 1978). Los crustáceos depredadores más comunes son los cangrejos *Cancer antennarius* y *C. productus* y la langosta espinosa *Panulirus interruptus* (Mottet, 1978; Tegner y Butler, 1989). Los peces atacan principalmente a los abulones adultos que han sido desprendidos, pero pueden ingerir totalmente a los juveniles y posteriormente vomitar la concha (Mottet, 1978). En California, los principales depredadores son el pez cabezón *Scorphaenichthys marmoratus* y la morena *Gymnothorax mordax*. El mamífero depredador más importante es la nutria marina *Enhydra lutris* (Maeda *et al.*, 1994).

La mortalidad por manejo en los sistemas de cultivo depende de la metodología utilizada y de la experiencia del personal, al igual que de la edad y fortaleza de los organismos. Durante las primeras etapas del desarrollo larvario se presentan altas mortalidades por la proliferación de bacterias patógenas en los recipientes y en el agua de cultivo y, por otro lado, a causa del desarrollo anormal de las larvas, como consecuencia de la polispermia durante la fertilización. Manteniendo un flujo continuo con agua de mar filtrada y esterilizada con luz ultravioleta, se puede reducir sensiblemente la cantidad de bacterias y la mortalidad durante el cultivo larval hasta ser prácticamente nula (Morse *et al.*, 1979).

I.B. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

De acuerdo con FAO (1992) el concepto acuicultura involucra, además de los cultivos de ciclo completo, la intervención del hombre para mejorar la producción de las poblaciones naturales mediante la atenuación de la depredación y la propagación de organismos para la repoblación de poblaciones naturales. Por esta razón, en este capítulo se han incluido como tecnologías de cultivo, además de la producción de semilla y el cultivo intensivo de ciclo completo, la propagación de larvas y semillas en el medio natural y el trasplante de organismos silvestres a localidades donde puedan tener un mejor desempeño biológico y contribuir como "stock" reproductivo para el sostenimiento de las existencias silvestres.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

La tecnología inicialmente aplicada para la producción masiva de semilla de abulón en Baja California Sur fue establecida en el Centro de Acuicultura de Bahía Tortugas, B.C.S., dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (antes Secretaría de Pesca) por Bazúa-Sicre (1983) y su equipo de colaboradores. El diseño y estrategia operativa del segundo laboratorio sudcaliforniano, construido en Punta Eugenia, B.C.S., por la Federación de Sociedades Cooperativas "Baja California", ha incorporado elementos tecnológicos que han sido exitosamente aplicados en California, E.U.A., con algunas innovaciones tendientes a hacer más eficiente su productividad. Un proceso de optimización similar, con tecnología de Bahía Tortugas, se dió en su momento en el laboratorio de La Bocana, B.C.S., propiedad de la Sociedad Cooperativa Progreso (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

Los reproductores generalmente son abulones de dos a tres años de edad, siendo preferibles los ejemplares sanos, vigorosos y que tengan un registro de crecimiento rápido. Cuando los organismos son sometidos a un proceso de acondicionamiento gonádico para inducir la maduración gonádica, debe controlarse la temperatura del agua y la duración del fotoperiodo. La diferencia entre el "cero biológico" (9.9°C para *H. fulgens* y 5.6°C para *H. corrugata*) y la temperatura del agua se conoce como temperatura efectiva y la suma de este valor durante la maduración gonádica se denomina temperatura efectiva acumulada. El fotoperiodo juega un papel muy importante para la sincronización del desove. A manera de indicador aceptable para el proceso de maduración, el alimento consumido debe ser mayor al 5% del peso total de los organismos y para ello debe determinarse la diferencia en peso entre el alimento suministrado y el remanente (Maeda *et al.*, 1994).

La rápida elevación de la temperatura del agua y la exposición al aire, causada por el régimen de mareas, son fenómenos naturales que estimulan la liberación de espermias y óvulos en los organismos. Estos factores (choque térmico y desecación) han sido usados como un estímulo artificial de desove, pero no siempre sus efectos son satisfactorios. En años recientes se han desarrollado otros métodos para inducir el desove del abulón, tales como la utilización de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) y agua de mar irradiada con luz ultravioleta.

De acuerdo con el método japonés, el desove se realiza fundamentalmente por medio de choque térmico y agua de mar irradiada con luz ultravioleta. El método norteamericano utiliza como inductor el peróxido de hidrógeno. La fertilización debe ser rápida, para evitar que se reduzca la viabilidad de los gametos. Para el cultivo de embriones se utiliza por lo general un sistema estático, sin aeración ni flujo de agua. Las larvas sanas se separan mediante decantación y la densidad de cultivo se regula entre 10000 y 15000 larvas por litro. El método japonés utiliza recambios de agua filtrada y esterilizada con radiación UV. El método norteamericano utiliza un sistema de

flujo de agua abierto con densidades superiores a 20 larvas/ml y, aunque requiere de un cuidadoso control de la temperatura, se evita el desarrollo bacteriano que provoca mortalidades y desarrollo anormal, obteniéndose altas tasas de supervivencia (Maeda *et al.*, 1994).

Las larvas en estadio pedivéliger se asientan sobre sustratos de material sintético cubiertos de microalgas. De acuerdo al sistema japonés, los tanques de cultivo son provistos con paquetes de láminas previamente fitocolonizadas con una película de microalgas. En el sistema norteamericano la fijación larval se realiza en cubetas de plástico o en las paredes de los tanques de cultivo. La densidad de siembra debe ser de alrededor de 3500 larvas/m². A los 15 días se realiza el primer desdoble manual, utilizando una brocha blanda para desprender los organismos y reducir la densidad a 1000 postlarvas/m². A los 30 ó 35 días la densidad se reduce a 550 juveniles tempranos/m² y a los 40 -45 días se reduce a 300 juveniles/m² (Maeda *et al.*, 1994).

Entre los 40 y 45 días post-asentamiento aparece el primer poro respiratorio y con ello se inicia la etapa de juvenil. A partir de este momento se utilizan anestésicos, como la benzocaína, para facilitar el manejo de los organismos y brochas de camello para desprenderlos. En esta etapa debe llevarse un control estricto de la película microalgal en los sustratos colectores y la selección de tallas y el ajuste de densidad se hacen indispensables para incrementar el crecimiento y supervivencia de la semilla (Maeda *et al.*, 1994).

TECNOLOGÍA APLICADA EN BAHÍA TORTUGAS, B.C.S.

Origen de la tecnología

El esquema de producción y la estrategia operativa del laboratorio fueron diseñados por Bazúa-Sicre (1983), a partir de las experiencias adquiridas en un curso de entrenamiento en Japón y con base en los trabajos de Kikuchi y Uki (1974 a, b, c) y Shepherd (1976) entre otros, incorporando nuevas variantes y procesos durante la etapa de asimilación y adecuación de la tecnología japonesa. De acuerdo con las experiencias desarrolladas con las especies locales de abulón durante varios años de trabajo, se registraron avances importantes y se aplicaron procesos de diseño e innovación tecnológica continua.

Producción de microalgas

El sistema de producción se basa en el policultivo, dentro y fuera del laboratorio, de microalgas y diatomeas bentónicas silvestres menores de 10 μ , en tanques de fibra de vidrio que albergan, 26 m² de placas de cloruro de vinilo translúcido fitocolonizables cada uno. La diversidad específica varía estacionalmente, con abundancia de algunas diatomeas como *Navicula* sp. y *Nitzschia* sp. (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Para la obtención de la cepa inicial se deja correr agua marina filtrada con filtros de 10 μ de poro en un tanque de fibra de vidrio, lo cual propicia la fitocolonización natural de su superficie. Después de 20-30 días el tanque se drena y se desprenden las diatomeas débiles o semibentónicas rociando agua marina filtrada. El perifiton remanente se desprende tallando suavemente con un trozo de hule-espuma humedecido y se transfiere a cubetas de plástico con agua marina filtrada con filtros de 10 μ de poro. Después de 3-4 horas, el inóculo se obtiene por decantación, eliminando así las diatomeas mayores. A fin de propiciar el asentamiento del inóculo la primera fase del cultivo (34-36 horas) es estática y se proveen los macronutrientes y silicatos del medio f/2 de Guillard. Posteriormente se proporciona aeración y flujo continuo de agua marina filtrada con filtros de 10 μ de poro. Dentro del laboratorio se provee iluminación fluorescente y en el exterior, se aprovecha la luz solar difusa (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Con este sistema de cultivo de microalgas y diatomeas bentónicas silvestres, el laboratorio ha asegurado la disponibilidad de alimento natural en la cantidad, calidad, variedad y talla requeridas para la fijación larval y preengorda de semilla de abulón. Este procedimiento resulta bastante versátil ya que, modificando el tiempo de reposo en las cubetas-inóculo, pueden separarse diatomeas de diferente tamaño. El método de selección de cepas e inoculación puede combinarse con un filtrado selectivo (Ebert y Houk, 1984) al momento de la cosecha, con objeto de eliminar las formas mayores. A diferencia de los cultivos realizados con iluminación artificial fluorescente dentro del laboratorio, en aquéllos que reciben luz solar y se ubican a la intemperie se obtienen por regla general diatomeas más grandes; al parecer, la diferencia se debe a la fuente luminosa (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Acondicionamiento y desove de reproductores

Los reproductores se obtienen mediante buceo en los bancos abuloneros regionales y a manera de acondicionamiento previo al desove, que no es un acondicionamiento gonádico para inducir la maduración, se mantienen durante al menos una semana en tanques de fibra de vidrio con falso fondo de malla sintética y flujo continuo de agua marina filtrada (10 m, 2-3 l/min) a temperatura estable. Cada tanque aloja 30 individuos, que son alimentados *ad libitum* con sargazo *Macrocystis pyrifera*, el cual se retira dos días antes del desove a fin de depurar el tracto digestivo y reducir la producción de heces, de esta manera se obtendrán en su momento gametos más limpios (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Para la inducción al desove se aplican tres diferentes métodos de estimulación. Inicialmente los reproductores son expuestos al aire y al sol hasta que la concha muestra los primeros signos de desecación, después de lo cual se transfieren a la sombra, donde continúa la exposición al aire hasta completar 60-75 minutos. En seguida y una vez separados por sexo, los organismos se colocan en tanques semicilíndricos de fibra de vidrio con una superficie utilizable de 5 m², con agua marina filtrada con filtro de 10 µ de poro e irradiada con luz ultravioleta, siguiendo el método de Kikuchi y Uki (1974a,b). Finalmente, se provoca una variación de 2 °C en la temperatura del agua, a razón de 1 °C/hora. Si los reproductores han sido acondicionados a 16-19 °C, la temperatura se incrementa y si han sido acondicionados a más de 20 °C, la temperatura se disminuye. Después de aplicar esta variación térmica, la temperatura en los tanques de inducción al desove se mantiene estable durante una hora, para retornar gradualmente a su nivel inicial a razón de 1 °C/hora, lo que hace un tiempo total de cinco horas (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

A la fecha no han existido problemas para la obtención de reproductores maduros silvestres en Bahía Tortugas. Durante los meses de septiembre a diciembre puede colectarse abulón azul *H. fulgens*, y de diciembre a abril abulón amarillo *H. corrugata*. Generalmente se seleccionan ejemplares jóvenes y sanos, de 4-5 años de edad y 10-14 cm de longitud de concha. El estímulo combinado de la exposición al aire, variación térmica y agua irradiada con luz ultravioleta, produce una respuesta favorable en más del 90% de los reproductores sexualmente maduros. La expulsión de gametos se produce a través de los orificios respiratorios, mediante movimientos de elevación y descenso de la concha con un breve movimiento de rotación que ejerce presión y masaje sobre la gónada. En condiciones normales, el esperma se mantiene en suspensión mientras que los óvulos tienden a sedimentarse; en caso contrario, los gametos tienen escasa o nula viabilidad (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Como no han existido limitantes para obtener reproductores silvestres maduros, el acondicionamiento gonádico se ha reducido a una etapa de adaptación a las condiciones del laboratorio. *H. corrugata* parece ajustarse bien al modelo de inducción individual en recipientes pequeños, pero *H. fulgens* responde mejor al ser estimulado en grupo en los tanques de desove.

Generalmente la rutina de inducción se inicia al mediodía, y el desove suele presentarse al atardecer. En caso contrario, se suspende la adición de agua irradiada y se agregan pequeñas dosis de ácido acetilsalicílico para evitar un desove nocturno incontrolado. Al día siguiente se repite el procedimiento y en caso de respuesta negativa se elige otro grupo de reproductores (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Fertilización y cultivo de huevos y larvas

Los óvulos normales se sedimentan en el fondo de los tanques de desove, de donde son extraídos por medio de un sifón y sometidos a limpieza y tamizado selectivo en agua, con mallas de 212, 150 y 75 μ . El esperma es obtenido en la parte superior de la columna de agua y tamizado con malla de 75 μ . La fertilización se realiza de preferencia antes de que transcurran 30 minutos desde el desove. Los óvulos (retenidos en un tamiz de 100 μ) se sumergen (1-3 min) en una suspensión de esperma (100000-125000 cel/ml) obtenida de varios machos y una vez fecundados se lavan vigorosamente con agua marina filtrada con filtro de 5 μ de poro. Después de 10 minutos de reposo los huevos normales se han sedimentado y mediante decantación cuidadosa se elimina el esperma excedente y óvulos inviábiles flotantes, repitiendo el procedimiento unas 10 veces (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

La etapa de incubación se inicia de 60 a 90 minutos después de la fecundación y cuando ya empieza la división celular. Los huevos se colocan en cubetas de plástico de 19 litros con agua marina filtrada con filtro de 5 μ de poro, en tal densidad que formen una capa uniforme y sin sobreposición en el fondo. No se proporciona alimento, flujo de agua o aeración y se evitan variaciones mayores de 1°C en la temperatura del agua. El cultivo larval se continúa por espacio de 4-6 días en las mismas cubetas, a densidad de 10 larvas/ml y temperatura estable, evitando variaciones mayores de 1.5°C. Cada 12 horas se realiza un cambio total de agua y tamizado selectivo en agua, con malla de 100 y 150 μ para larvas trocófora y véliger, respectivamente. Las larvas se lavan en agua dentro del tamiz receptor, con chorro suave de manguera para evitar el desprendimiento de la concha larval, hasta eliminar el tejido blando en las larvas muertas. Los recipientes y accesorios de cultivo se lavan con agua dulce clorada, se enjuagan abundantemente y, de ser necesario, se exponen al sol durante algunas horas (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

La concentración de esperma se establece en función de su motilidad y de la atracción ejercida por el óvulo, ya que ambos factores son mínimos al existir una máxima proporción de gametos anormales y viceversa. Es necesario evaluar al microscopio el porcentaje de fecundación para evitar sobreexposición, ya que el tiempo de inmersión de los óvulos en la suspensión de esperma, varía de acuerdo a la calidad y viabilidad de cada lote de gametos. Los óvulos son bastante resistentes al manejo, lo cual permite una limpieza post-fecundación enérgica que elimina adecuadamente el exceso de esperma, reduciendo la mortalidad y malformaciones larvales asociadas a la polispermia. A una temperatura de 20-24°C la eclosión se presenta regularmente después de 8-12 horas de incubación; mientras que a 16-20°C las primeras larvas trocófora libres se pueden observar hasta 12-15 horas después de la fecundación. Siguiendo la metodología descrita es posible obtener un 60-100% de larvas trocófora normales (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Al ser liberados, los óvulos miden alrededor de 210 μ y son fácilmente observables a simple vista por su coloración verde oscuro que contrasta con el color blanco de los tanques de desove. Desde que se inicia la inmersión de los óvulos en la suspensión de esperma se observa al microscopio el proceso de fecundación, detectando la cantidad de espermias que hacen contacto con los óvulos, la aparición de los cuerpos polares y la membrana de fertilización. Esto es indispensable para evitar sobreexposición, ya que normalmente en un período de 1-3 minutos, al

menos un 80% de los óvulos han sido fecundados. La eclosión se presenta a nivel de trocófora tardía, la cual al romper la membrana, debido a su fototropismo positivo y conducta gregaria, se desplaza activamente cerca de la superficie del agua, formando columnas de alta densidad. Las cápsulas, óvulos no fecundados y huevos inviables, se depositan en el fondo de las cubetas y de esta manera pueden ser fácilmente eliminados mediante sifoneo. Las larvas véliger se caracterizan por su concha larval y el *velum* que extienden hacia arriba durante la natación. Durante esta etapa de cultivo las larvas no demandan alimentación exógena y su manipulación debe ser cuidadosa para evitar desprendimiento de la concha (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Asentamiento o fijación larval

La fijación se realiza sobre placas onduladas de cloruro de vinilo translúcido de 32 x 40 cm, fitocolonizadas por microalgas y diatomeas menores de 10 μ m y en las paredes de los tanques de cultivo donde éstos se encuentran instalados. El laboratorio del Centro de Acuicultura de Bahía Tortugas, B.C.S., dispone de 358 m² de colectores y destina 148 m² de estanquería semicilíndrica de fibra de vidrio para el cultivo de fijaciones y crías. El asentamiento larval se presenta con mayor intensidad cerca de la superficie del agua y en un período de 10-12 horas. Para obtener los mejores resultados, los trabajos de fijación larval deben iniciarse cuando en las cubetas de cultivo larval se detecta la presencia de al menos un 20% de larvas en fase pedivéliger avanzada. Para entonces se ha desarrollado el pie, los tentáculos cefálicos y la mancha ocular y las larvas alternan su natación activa con un comportamiento reptante (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Cuando se aproxima la fijación masiva se drenan los tanques de fijación, se eliminan las diatomeas débiles rociando las placas colectoras y las paredes de los tanques con agua marina filtrada con filtro de 5 μ m de poro, dejando sólo una película delgada de color ligeramente amarillo. A continuación se llenan los tanques al 50% de su capacidad con agua marina filtrada con filtro de 5 μ m de poro, se agrega larva pedivéliger en cantidad tal que se establezca una densidad de 3-5/cm y se proporciona un pequeño flujo de agua, calculando que transcurridas 12-15 horas los tanques estén a punto de derramarse. El propósito de este procedimiento es ampliar lo más posible la franja de fijación e inducir cambios en la tensión superficial que favorecen el proceso de asentamiento larval (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Al concluir la fijación los colectores se disponen en posición vertical y se proporciona aeración y flujo continuo de agua marina filtrada (5 μ m, 2-3 l/min). El agua se distribuye a lo largo del tanque por medio de un tubo de PVC con múltiples perforaciones. Los desechos acumulados en el fondo se eliminan periódicamente por medio de sifoneo, tamizando el producto obtenido en agua para evitar pérdida de postlarvas (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

La etapa de fijación es altamente crítica en la producción de semilla, siendo de la mayor importancia mantener una adecuada cantidad de alimento y excelente calidad de agua. A fin de optimizar la fijación y metamorfosis larval, deben utilizarse colectores con una capa delgada de microalgas/diatomeas que, en el caso del Centro de Acuicultura de Bahía Tortugas, se obtienen a los siete días de cultivo. Una capa muy gruesa se desprende con mayor facilidad y ocasiona pérdida de postlarvas y pre-semilla. Una vez que las larvas se han asentado, e independientemente de la dimensión del tanque de fijación o preengorda inicial, debe proveerse un flujo de agua suficiente para obtener un recambio diario de 100-200% del agua y asegurar una eficiente remoción de desechos orgánicos (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Preengorda

Esta etapa comprende la crianza de postlarvas hasta obtener semilla. La alimentación de organismos menores de 5 mm se basa exclusivamente en las microalgas y diatomeas disponibles

en las placas colectoras y en las paredes de los tanques de fijación/preengorda ubicados dentro del laboratorio. Estas superficies de ramoneo se inoculan o resiembran periódicamente. Se evita toda manipulación innecesaria de las postlarvas y se proporciona aeración suave y flujo continuo de agua marina filtrada (5μ , 3-4 l/min). Una vez alcanzada la talla de 5 mm, la presemilla se transfiere a tanques de preengorda, ubicados a cielo abierto fuera del laboratorio, donde reciben aeración y flujo de agua marina filtrada (20μ , 4-6 l/min) y una dieta mixta constituida por microalgas y diatomeas bentónicas y brotes tiernos de macroalgas. Cada semana se realiza un drenaje total para limpieza de los tanques y reposición de macroalgas (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Una vez que se ha desarrollado el primer orificio respiratorio (45-60 días) la presemilla puede transferirse a otro sustrato, desprendiéndola con un pincel de cerda suave, espátula de plástico, mediante choque térmico breve y moderado o utilizando anestésicos (Sagara, 1985; Matsunaga *et al.*, 1987). Sin embargo, lo más recomendable es reducir al máximo la manipulación. Durante la etapa de preengorda en el exterior, el flujo debe proveer un recambio diario de 300-500%. Las macroalgas pueden suministrarse con la periodicidad y en la cantidad que demande su consumo. La duración del fotoperiodo debe modificarse en función de la velocidad con que los juveniles ramonean la capa de perifiton y la rapidez con que la misma se recupera. El rendimiento observado al utilizar dietas mixtas en los tanques exteriores ha sido notablemente superior al registrado con una dieta de diatomeas dentro del laboratorio. La productividad y diversidad de especies que colonizan los colectores en los tanques exteriores es considerablemente mayor y contribuye a acentuar diferencias en el crecimiento de la semilla (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

La preengorda puede continuarse incluso hasta la talla de 25 mm o transferir la semilla al medio natural y cultivarla en artes suspendidas, que es lo más recomendable a partir de que alcanza una talla de 1 cm. Para organismos de 15 mm de longitud se han utilizado canastas ostrícolas, y para tallas menores algunos prototipos fabricados localmente con malla de acero y plástico. La preengorda en suspensión se da como alternativa a la limitación de espacio en el laboratorio y representa, además, el inicio del cultivo intensivo o engorda a talla comercial propuesta para acuicultura (5-7 cm), que es menor a la actualmente establecida para el producto de la pesquería. La limpieza de las artes de cultivo y reposición de alimento (*Macrocystis pyrifera*), se realiza cada 5-7 días (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

TECNOLOGÍA APLICADA EN EL LABORATORIO DE LA BOCANA, B.C.S.

En México, la tecnología tradicionalmente utilizada por los productores del sector social pesquero ha sido la japonesa, con ciertos elementos de la tecnología americana, que fue adquirida mediante contratos específicos y adaptada a las condiciones particulares del país, estando actualmente en proceso de estandarización y optimización. A la fecha han sido diseñados, construidos y operados tres centros productores de semilla con base en la tecnología japonesa, siendo éstos los laboratorios de La Bocana, Punta Eugenia y Puerto Nuevo, B.C.S. (Maeda *et al.*, 1994).

Origen de la Tecnología

La tecnología base aplicada inicialmente en el laboratorio de La Bocana B.C.S., fue la desarrollada a partir de la experiencia japonesa, en el Centro de Acuicultura de Bahía Tortugas, B.C.S., donde se capacitaron los técnicos del sector social responsables del proyecto. Posteriormente, estos técnicos recibieron entrenamiento especializado por parte de un experto de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA), en coordinación con una Investigadora del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP-La Paz), todo ello en el marco del proyecto denominado "Biotecnología para el cultivo de abulón", el cual se desarrolló en 1990, en convenio

con la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Progreso, S.C.L. Con este proyecto se modificaron y optimizaron algunos de los procedimientos que rutinariamente se utilizaban para la producción de semilla (Ogawa *et al.*, 1992; Muciño-Díaz, 1995). Enseguida se describen algunas de esas modificaciones de procedimiento.

Acondicionamiento y desove de reproductores

Para inducir el desove de reproductores en el laboratorio, los organismos se limpian con espátula y cepillo para eliminar epibiontes y se colocan en acuarios de acrílico transparentes dispuestos en una mesa de inducción. Se utiliza agua de mar filtrada con filtros de 10, 5 y 3 μ de poro, esterilizada por radiación ultravioleta. Para el manejo de temperatura se utiliza un cubo de plástico con hielo y un serpentín de manguera de vinil por donde pasa el agua de mar que es enfriada por contacto. El flujo de agua tratada se ajusta a 200 ml por minuto en cada contenedor y su temperatura se regula entre 20 y 22°C. En cada acuario se coloca un solo reproductor que previamente ha sido inspeccionado para determinar su madurez. Con este procedimiento, la respuesta de los machos ocurre en un período de 1 $\frac{3}{4}$ a 4 $\frac{1}{2}$ horas, mientras que las hembras responden entre 1 $\frac{3}{4}$ y 8 horas (Ogawa *et al.*, 1992).

Fertilización e incubación de huevos

El esperma utilizado proviene generalmente de dos o más machos desovantes. La densidad de espermatozoides se determina mediante conteos al microscopio, después de haberlos inmovilizado y teñido con Lugol-Eosina. A diferencia del método de Bahía Tortugas, la inseminación se realiza agregando esperma en diferentes lotes de óvulos que han sido previamente cuantificados y colocados en acuarios separados. Enseguida se agrega el esperma en cantidad tal, que se establezca una densidad de 200000 a 400000 espermatozoides por mililitro; se agita el acuario y se espera un tiempo de uno a dos minutos, después del cual se llena completamente con agua filtrada y esterilizada, a fin de diluir el esperma presente y evitar polispermia (Muciño-Díaz, 1995). Mientras se procede a cuantificar los huevos fertilizados, éstos se asientan en el fondo de los acuarios (entre 15 y 20 minutos). No es necesario esperar hasta que se asienten todos los huevos, ya que los defectuosos tardan más tiempo en asentarse que los normales. Una vez asentados, se sigue un procedimiento de lavado por decantaciones sucesivas, similar al anteriormente descrito para Bahía Tortugas.

Cultivo Larval

La eclosión comienza a las 10 $\frac{1}{2}$ horas a 22°C y a las 9 horas a 23.7°C, y una vez iniciada, la mayoría de los huevos fertilizados eclosiona en un lapso de 30 minutos. Se puede considerar que las larvas que tardan más tiempo en eclosionar son defectuosas. Las larvas sanas nadan activamente en la superficie del agua y en este momento es cuando se pueden separar de los residuos, tales como la membrana del huevo, capa gelatinosa y larvas defectuosas. Si transcurren más de 30 minutos sin colectar las larvas, éstas comienzan a nadar en la parte inferior del acuario dificultando más su separación y propician problemas en etapas posteriores de cultivo (Ogawa *et al.*, 1992).

Después de 30 minutos de que comenzó la eclosión, se decanta un tercio del agua de los acuarios de cultivo, pasándola a un acuario limpio. El resto del agua se desecha y el nuevo acuario se llena con agua esterilizada, tomando enseguida una muestra de larvas para cuantificación. Con este procedimiento se pueden colectar como larvas un 60% del número inicial de huevos fertilizados. Cuando se desarrolla completamente la concha larval (quince horas después de la eclosión), se

cambia el agua de cría, utilizando un tamiz de 90 micras dentro de una charola con agua, para evitar un tamizado en seco que lastimaría a las larvas (Ogawa *et al.*, 1992).

Durante el tiempo de vida plantónica (tres a cuatro días), la temperatura del agua de crianza se mantiene en 20-22°C. Cuando las larvas nadan bajo la superficie del agua, reciben la influencia del aire y por lo tanto, se debe prestar atención a la temperatura del ambiente en el área de cultivo. Cuando hay problemas en la calidad del agua o de las larvas en sí, éstas se asientan en el fondo del acuario y pueden morir. En este caso, por ejemplo, cuando la mitad de las larvas se asientan en el fondo, se debe cambiar el agua de cría según el procedimiento anterior. La frecuencia del cambio de agua depende de la condición nadadora de las larvas, pero por lo menos se hace tres veces al día (Ogawa *et al.*, 1992).

Preparación de sustratos colectores

En los laboratorios de La Bocana, Puerto Nuevo y Punta Eugenia, B.C.S., se utiliza como sustrato colector la lámina ondulada de cloruro de vinilo (Muciño-Díaz, 1995). Al igual que en el caso de Bahía tortugas, se cultivan previamente las microalgas sobre la superficie de los colectores, que se colocan formando paquetes, en tanques de fibra de vidrio con agua de mar corriente durante uno o dos meses previos a su utilización. En cinco a ocho días, se empieza a colorear la superficie de los paquetes y en 10-15 días crecen densamente las microalgas de forma similar a pelusa suelta. Los paquetes que tienen esta condición se lavan una vez con agua a presión, dejando únicamente la capa fuertemente adherida a la superficie y se colocan de nuevo en el tanque para continuar su fitocolonización. Aproximadamente después de una semana, dominan las especies de microalgas que tienen un fuerte poder adherente tales como *Cocconeis* sp, esporas de *Ulvella* sp y *Myrionema* sp. y las placas colectoras se lavan de nuevo. De esta manera y después de una o dos repeticiones, se forma una superficie adecuada de los paquetes para el asentamiento larval del abulón (Ogawa *et al.*, 1992).

En caso de disponer de juveniles de abulón, se dejan ramonear sobre los paquetes en lugar de lavar con agua a presión y con ello se mejora el asentamiento, debido al efecto atractante de la mucosidad de la huella del pie de los juveniles. La fauna que aparece sobre los paquetes varía mucho con la estación del año, el clima, la calidad del agua y el método de cultivo, por consiguiente, es difícil encontrar una regla universal de manejo. A veces proliferan serpulidos, algas coralinas, ascidias y briozoarios, y en consecuencia se estropean los paquetes colectores y deben lavarse con ácido y cloro (Ogawa *et al.*, 1992).

Asentamiento o fijación larval

Al confirmar el desarrollo del tercer túbulo sobre el tentáculo cefálico, alrededor de 82 horas después de la fertilización, con 21°C de temperatura del agua, las larvas se colocan en tanques de fibra de vidrio, a densidad tal, que se tengan de 500 a 800 larvas por lámina colectoras, moviendo los paquetes de colectores hacia arriba y hacia abajo para que se distribuyan homogéneamente las larvas. La mayoría de las larvas terminan su metamorfosis después de 10-12 horas, después de lo cual se proporciona un pequeño flujo de agua y aeración. Las larvas sin metamorfosis que salen del tanque por el flujo de descarga, se recuperan con un tamiz de 150 micras. Las larvas metamórficas crecen 500 micras de longitud de concha aproximadamente en una semana y en ese momento los paquetes se transfieren a los estanques exteriores (Ogawa *et al.*, 1992).

Preengorda o cultivo intermedio

Durante esta etapa del cultivo y dado que la tasa de alimentación de los juveniles aumenta considerablemente, las microalgas son insuficientes para satisfacerlos, por lo que, al igual que en

Bahía Tortugas, se cambia el método de alimentación de microalgas a macroalgas, así como también el sistema de crianza de láminas a contenedores (Muciño-Díaz, 1995). La preengorda se realiza durante los siguientes tres meses en estanques exteriores de concreto. Periódicamente se sacan una o dos láminas al azar (por ejemplo, cada 10 días) y se mide la longitud de más de 100 juveniles para juzgar las condiciones del cultivo en función de la tasa de crecimiento. En los estanques de concreto se requiere de un flujo mínimo de 60-70 litros por minuto para mantener una condición que permita la proliferación de algas forrajeras (Ogawa *et al.*, 1992).

CULTIVO EXTENSIVO: propagación y repoblación

El cultivo extensivo de abulón es fundamentalmente una actividad de propagación y repoblación, cuyo objetivo es el reforzamiento de la pesquería en una determinada localidad, mediante la liberación de larvas o juveniles generalmente producidos en el laboratorio. A nivel mundial, Japón es el país con mayor tradición en la propagación de larva y semilla de abulón, ya que ha repoblado bancos naturales sobreexplotados y arrecifes artificiales durante más de 30 años (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1990).

Existen opiniones a favor (Inoue, 1983) y en contra (Honma, 1983) de la liberación de larvas, pero se promueve la propagación de juveniles, aunque se registran bajos niveles de recuperación (dos o tres años después de la siembra). En Japón, la tasa de recaptura de semilla de 3 cm es cercana al 10% en el mejor de los casos y tan baja como 0.05% en las peores situaciones, por lo que se debe liberar una gran cantidad de semilla para incrementar significativamente la captura comercial (Sagara, 1985).

Existen varios métodos para la siembra de semilla de abulón en el medio natural, ya sea de manera manual, sobre sustratos artificiales que generalmente son de concreto con oquedades para la protección de los organismos y utilizando jaulas que permiten su manejo y revisión eficiente. El éxito y rentabilidad de esta operación es difícil de evaluar, pero varía del 1 al 80% en términos de supervivencia de la semilla propagada, con las mayores mortalidades durante las primeras semanas posteriores a la siembra (Maeda *et al.*, 1994).

Por diversas circunstancias, en gran medida por ser una actividad reciente, en Baja California Sur no existen los estudios suficientes para demostrar la viabilidad técnica y económica del cultivo extensivo. Se sabe que en la zona de Bahía Tortugas, B.C.S., el abulón azul alcanza una talla promedio de 70 mm en dos años (Turrubiates-Morales, 1989), pero se desconoce la supervivencia y, en consecuencia, los rendimientos esperados al tiempo de captura. Investigadores del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, en el estado de Baja California, han logrado la recaptura del 1-5% de la semilla de abulón rojo producida en el laboratorio y transplantada mediante diversos métodos en varias localidades (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1990). Los autores consideran que el sistema de siembra y el origen de la semilla pueden influir en la supervivencia y, de hecho, existen evidencias experimentales de que la semilla de laboratorio es más susceptible a la depredación que la semillas silvestres, a causa de su diferente comportamiento (Schiel y Welden, 1987).

TRANSPLANTE DE ORGANISMOS

Como una respuesta a la evidente declinación de las existencias silvestres, desde hace algún tiempo se discute la posibilidad de recuperar e incrementar la productividad natural de las poblaciones naturales por medio de la repoblación de bancos abatidos, no solo mediante la propagación de larvas y juveniles producidos en el laboratorio, sino por medio del transplante de pre-adultos y adultos provenientes de áreas con limitaciones para su desarrollo a localidades más

propicias. Se han realizado algunas actividades al respecto pero se carece de información sobre los resultados obtenidos (Mazón-Suástegui, 1989a).

Al parecer, el primer trasplante de abulón en México fue realizado por el Instituto Nacional de la Pesca, mediante la transferencia de 2000 individuos de diversa talla, de Isla de Cedros a Bahía de Los Angeles, B.C., registrándose un año después la presencia de algunos sobrevivientes (Ortiz-Quintanilla, 1966). No se tiene conocimiento de que a la fecha exista una población establecida en ese lugar (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

Ya en fecha reciente, la Federación Regional de Sociedades Cooperativas "Baja California" llevó a cabo un programa de repoblación de bancos sobreexplotados en la zona comprendida entre Isla de Cedros, B.C. y Punta Abreojos, B.C.S., mediante la captura y transferencia de abulón silvestre juvenil y preadulto. En el año de 1982 se realizó el primer trasplante, con resultados al parecer favorables, y en 1988 se llevó a cabo la siembra de 9276 organismos, algunos de los cuales fueron marcados para los estudios de evaluación correspondientes (León-Carballo, 1989). La captura de semilla silvestre se ha realizado en zonas previamente seleccionadas en virtud de presentar una notable incidencia de fijación, aunada a una reducida disponibilidad de macroalgas que limita el crecimiento de los individuos. Como una medida de protección al recurso, el trasplante de preadultos se ha llevado a cabo en aquellas áreas especialmente expuestas a la captura ilegal durante la bajamar (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

MAREAS DE CRÍA

En la década sesenta Ortiz-Quintanilla (1974, 1980), buscando alternativas para incrementar las poblaciones naturales de abulón, llevó a cabo un proyecto denominado "mareas de cría", consistente en exponer al sol abulones machos y hembras por una hora y regresarlos al agua, con lo cual se inducía el desove de los organismos. Una vez fertilizados, los huevos se colocaban en bolsas de plástico y un buzo se encargaba de liberarlos cerca del fondo marino. En ese tiempo las "mareas de cría" fueron muy cuestionadas, pero actualmente se parte de ese principio básico para actividades de repoblación que aún están en evaluación y que consisten en el cultivo de larvas en el laboratorio con fines de propagación. Las mareas de cría se están realizando en países como Japón, Nueva Zelanda, y Estados Unidos de América (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1990), y en México, por la Cooperativa "La Purísima" a partir de 1994. Por otro lado, los laboratorios productores de semilla llevan a cabo esta actividad con sus excedentes de larvas (Muciño-Díaz, 1995).

CULTIVO INTENSIVO

El cultivo intensivo de abulón se ha realizado desde hace varios años en Japón, aunque en menor escala que la repoblación. En los Estados Unidos de América la actividad no es tan importante como el cultivo de otros moluscos, pero existen varias compañías dedicadas a la producción de semilla en el laboratorio y su engorda a la talla "medallón" (5-7 cm). Las posibilidades de expansión de esta industria se han incrementado al aplicar nuevas tecnologías que permiten un mayor control del cultivo y aseguran una mayor rentabilidad al incrementar eficiencia y productividad (Ebert y Houk, 1984).

Variantes de cultivo

El cultivo en sistemas instalados en tierra se basa en el confinamiento de los organismos en sistemas tipo "raceway", con suministro de agua de mar y aeración. Se requieren grandes inversiones al inicio de la operación y mover grandes volúmenes de agua, lo que implica también

altos costos de operación que, no obstante, se compensan con un mayor control de la población cultivada. El cultivo en sistemas instalados en el océano comprende el uso de diferentes tipos de contenedores para el confinamiento de los organismos, los cuales se suspenden de muelles, balsas y líneas largas flotantes. El gasto de operación es bajo, el costo de mano de obra es moderado y se garantiza un fácil acceso al alimento natural (macroalgas) (Maeda *et al.*, 1994).

Experiencias sudcalifornianas

El cultivo intensivo en suspensión se inició en el año de 1985 en las bahías de Todos Santos y San Quintín, B.C. y en Bahía Tortugas, B.C.S. En Baja California, la Sociedad Cooperativa Bahía Falsa, asesorada por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas y la Secretaría de Pesca (hoy SEMARNAP), ha cultivado el abulón negro *H. cracherodii*. y el abulón rojo *H. rufescens*, utilizando tibores de plástico de 200 litros, perforados en la parte superior e inferior. La técnica ha sido perfeccionada con la práctica y permite obtener preadultos de 5-8 cm en 18-36 meses de engorda (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1990).

En Baja California Sur las actividades de engorda datan de hace varios años y están orientadas a la obtención de dos presentaciones comerciales de abulón cultivado: "baby abalone" y "medallón". El primero tiene una talla de 30 a 40 mm, que alcanza entre los 12 y 18 meses de cultivo a partir de la fecundación. Esta presentación está clasificada por los comensales como *delicatessen* por su fino sabor, lo que hace que este producto sea altamente cotizado. Por otra parte, la presentación de medallón es de mayor tamaño, con tallas que fluctúan entre los 60 y 80 mm, alcanzándose entre los 24 y 32 meses de cultivo después de la fecundación (Maeda *et al.*, 1994).

En Bahía Tortugas, B.C.S., el cultivo intensivo a nivel experimental y piloto se ha realizado principalmente en suspensión, utilizándose jaulas de malla vexar protegidas con malla marina langostera y canastas ostioneras. En La Bocana, B.C.S., se han utilizado tibores de plástico cortados a la mitad, aunque también se practica la engorda en piletas de concreto construídas en tierra y provistas de un flujo continuo de agua de mar.

Cada semana se realiza la limpieza de las artes de cultivo y se proporciona alimento fresco en cantidad suficiente, de acuerdo al consumo registrado. Como especies forrajeras destacan las macroalgas *Macrocystis pyrifera*, *Eisenia arborea*, *Ulva* sp. y *Laminaria* sp. Para el laboratorio de Bahía Tortugas, la engorda en canastas suspendidas ha representado facilidades para el manejo de la semilla en campo y ha permitido destinar la estanquería del laboratorio a la fijación y desarrollo temprano de la semilla, además de que se ha observado que las canastas pueden actuar como colectores de semilla silvestre (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a; 1992).

Franco-Santiago (1986) reporta una supervivencia cercana al 100% y crecimiento promedio de 3.18 mm/mes durante un ciclo anual, para semilla de abulón azul producida en Bahía Tortugas y cultivada en esa misma zona en canastas ostioneras. La Sociedad Cooperativa Progreso practica, desde 1987, el cultivo intensivo en piletas de concreto ubicadas en tierra. Redona-Villavicencio (1988) reporta un 60% de supervivencia de juveniles de 1.0 cm a la talla de 2.5 a 4.0 cm y un crecimiento variable: el 20% de la semilla crece a razón de 0.6 mm/mes, un 60% lo hace a razón de 1.9 mm/mes y el 20% restante incrementa su talla en más de 3.15 mm/mes (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a)

I.C. MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD

A partir de 1981, la regulación de la pesquería establecía que los permisionarios de pesca coadyuvarían en los programas de cultivo y repoblación de las especies explotadas, que para tal

efecto instrumentaría la Secretaría de Pesca (hoy convertida en la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), según lo establece el Diario Oficial de la Federación del 22 de septiembre de 1981.

Con el otorgamiento, a partir de 1992, de concesiones pesqueras para el aprovechamiento del abulón a las cooperativas pesqueras, las medidas de cultivo y repoblación se convierten automáticamente en obligatorias. En concordancia con ello, el sector social sudcaliforniano ha participado activamente en las gestiones para establecer un "Plan Nacional para el Cultivo de Abulón", del cual se deriven los programas de investigación científica y desarrollo tecnológico que hagan posible el despegue de la actividad y su consolidación a nivel comercial (Maeda *et al.*, 1994).

En otra perspectiva, se aprecia claramente que en México existe un marco normativo adecuado para el desarrollo y consolidación del cultivo de abulón, ya que se están conjuntando una serie de factores que posibilitarán un desarrollo explosivo de la acuicultura en los próximos años. Al respecto se debe destacar que se dispone de una renovada Ley Federal de Pesca, que abre posibilidades a la inversión privada en las especies anteriormente reservadas al sector social (como es el caso del abulón); los cambios recientes a la Ley de Inversiones Extranjeras, que permiten la inversión foránea hasta en un 100% en el sector pesca y las modificaciones al artículo 27 constitucional, que posibilitan la asociación de inversionistas y ejidatarios y la privatización de tierras ejidales. Todo ello se suma a los avances importantes que se han tenido en materia de simplificación administrativa y desregulación de trámites, promovida por el Gobierno Federal (BANCOMEXT-SEMARNAP, 1995).

I.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

La producción mexicana de abulón proviene de las capturas realizadas en la costa occidental de la Península de Baja California. Las mayores existencias de abulón se encuentran en la zona Pacífico-Norte de Baja California Sur. Los pescadores están organizados en sociedades cooperativas de producción pesquera y han luchado por más de 50 años contra la adversidad de los elementos climáticos, la lejanía y la escasez de agua dulce, habiendo formado núcleos de población autosuficientes, financiados con las elevadas utilidades de la explotación pesquera de la langosta y el abulón. Las tendencias decrecientes en la captura de abulón han propiciado un interés creciente en el cultivo de este recurso.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ACUACULTORES ABULONEROS

En Baja California Sur se tiene una experiencia de varios años en el cultivo de abulón, pero esta actividad se ha realizado de manera experimental y piloto por parte de las cooperativas pesqueras, en cumplimiento de su obligación de repoblar el recurso silvestre cuya explotación pesquera fue reservada durante muchos años y concesionada en fechas recientes.

Las cooperativas pesqueras han hecho posible, en gran medida con sus propios recursos económicos, el desarrollo de la zona Pacífico-Norte de Baja California Sur, estableciendo centros de población en localidades por demás inhóspitas, donde han introducido los servicios básicos de energía y agua potable, que posteriormente han sido ampliados con la participación del Estado. Tal vez por esta circunstancia, hasta donde se sabe, no existe (como en el estado de Baja California) ninguna empresa privada que se dedique exclusivamente al cultivo intensivo del abulón a nivel comercial, sin ingerencia alguna en la captura del recurso silvestre.

UNIDADES Y VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN

Las unidades de producción acuícola existentes en Baja California Sur son laboratorios productores de semilla que, en algunos casos, incluyen instalaciones de preengorda. También se reportan algunas granjas de engorda a nivel piloto-comercial. En las tablas 4, 5 y 6 se resume la información respectiva para toda la península.

Tabla 4.- Unidades acuícolas para el cultivo de abulón en México (tomado de Maeda *et al.*, 1994).

Localidad	Instalación	Propietario
Isla Todos Santos, B.C.	Granja de engorda	-
Ejido Eréndira, B.C.	Laboratorio	SEMARNAP
Isla San Jerónimo, B.C.	Granja de engorda	-
Isla Cedros, B.C.	Laboratorio y Granja	Sector social
Punta Eugenia, B.C.S.	Laboratorio y Granja	Sector social
Bahía Tortugas, B.C.S.	Laboratorio	SEMARNAP
Puerto Nuevo, B.C.S.	Laboratorio y Granja	Sector social
La Bocana, B.C.S.	Laboratorio y Granja	Sector social
Bahía Magdalena, B.C.S.	Laboratorio	SEMARNAP

Tabla 5.- Capacidad instalada actual y proyectada de los centros acuícolas para la producción y engorda de abulón (tomado de Maeda *et al.*, 1994).

Localidad	Miles de semillas		Miles de juveniles	
	Actual	Proyectada	Actual	Proyectada
Punta Eugenia, B.C.S.	100	500	100	400
Puerto Nuevo, B.C.S.	160	370	10	270
Bahía Tortugas, B.C.S.	200	-	-	-
Bahía Asunción, B.C.S.	-	450	-	-
Isla Natividad, B.C.S.	-	450	-	-
Isla Cedros, B.C.	160	1000	50	250
La Bocana, B.C.S.	-	-	-	-
Bahía Magdalena, B.C.S.	-	-	-	-

El Centro de Acuicultura en Bahía Tortugas reportó, en el ciclo 1984-85, una producción creciente de semilla de abulón, al igual que avances tecnológicos en la materia. En ese ciclo se obtuvieron 2500 semillas y en los años siguientes la cantidad se incrementó a 3000, 3700, 5000 y 7500 juveniles, los cuales fueron donados a las cooperativas para su posterior cultivo.

Tabla 6.- Producción (número) de abulón cultivado (con concha) en la península de Baja California (tomado de Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1990, citados por Muciño-Díaz, 1995).

Laboratorio	Período	Meta	Producción
CRIP-El Sauzal, B	1970-76	100000	10000
Eréndira, B.C.	1981-88	100000	15000
B. Tortugas, B.C.	1983-92	250000	25000
La Bocana, B.C.S.	1986-89	70000	65000
	1990-91	70000	80000
	1991-92	-	140000
	1992-94	-	-
Punta Eugenia, B.C.S.	-	-	-
Puerto Nuevo, B.C.S.	-	100000	-
Bahía Falsa, B.C.	1985-89	100000	1(a)

a) 1 tonelada.

I.E. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

El abulón es ampliamente demandado en los mercados de Asia y los Estados Unidos de América, donde alcanza precios muy elevados que hacen atractivo su cultivo no obstante su lento crecimiento. La cercanía al mercado norteamericano, uno de los consumidores de pescados y mariscos más grandes del mundo, representa importantes ventajas para México y, en este caso, para los acuacultores de abulón, ya que el Tratado Trilateral de Libre Comercio actualmente vigente implicará no sólo la reducción de aranceles en los productos pesqueros y la eliminación paulatina de aranceles para los insumos de la acuicultura, sino que establece reglas más claras y uniformes para el comercio internacional (BANCOMEXT-SEMARNAP, 1994).

FORMAS DE PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

El músculo del pie es la porción comestible de mayor interés para el mercado y representa alrededor de una tercera parte del peso total del organismo. El abulón silvestre mexicano se comercializa principalmente enlatado en salmuera, en presentaciones de una libra, en cajas de 24 ó 48 latas. Otras formas de presentación son: entero congelado y fresco congelado, en cajas de 20 kg, filetes congelados individualmente, en cajas de 5 libras y masters de 50 libras. El abulón juvenil cultivado se comercializa en California, E.U.A., extendido como filete "Premium", de una onza de peso, empacado individualmente en bolsa de plástico para su venta en fresco o congelado, en marquetas de cinco libras. El abulón entero "Premium" de 3.5 pulgadas de longitud y aproximadamente 3.5 onzas de peso cada uno, se comercializa vivo o fresco enhielado. Los abulones de una pulgada de longitud son destinados al mercado oriental para su empleo en recetas específicas de alta cocina. Los ejemplares más pequeños se comercializan como abulón "Cioppino" y se presentan desconchados y eviscerados, manteniendo su propia textura; pesan alrededor de media onza y se empacan en paquetes de cinco libras. El producto

entero-fresco-congelado y el abulón vivo se empaqueta también en bolsas de plástico y cajas de styrofoam con hielo sintético. El primero se empaqueta al vacío, con o sin un gel a base de alginatos como preservador, y el segundo en atmósfera de oxígeno. La mortalidad varía dependiendo del tiempo de transporte, siendo de alrededor de un 5% para las principales ciudades de California, U.S.A. (Maeda *et al.*, 1994).

PRODUCTOS SUBSTITUTOS Y SIMILARES

El abulón compite en el mercado local e internacional con otros haliótidos y en menor escala con algunas lapas y caracoles, como *Astraea turbanica* entre otros, cuya calidad es obviamente menor, al igual que su precio.

Subproductos

Entre los principales subproductos se puede citar la concha, que se utiliza para la manufactura de piezas de ornato y orfebrería. Los recortes del manto, la cabeza y la "suela" o superficie de contacto del pie, que es muy dura, se trituran para la preparación de chorizo, por algunas familias de pescadores de las comunidades ribereñas, con fines de autoconsumo, aunque en algunas ocasiones se ha comercializado en muy pequeña escala en la ciudad de La Paz, B.C.S., bajo la forma de presentación de bolsas de plástico de medio kilogramo que se mantienen en refrigeración. Finalmente, la gónada masculina se consume hervida con limón y salsas por los pescadores locales y de hecho se cotiza altamente en el mercado asiático.

Un producto que pudiera clasificarse no precisamente en este rubro, son las perlas de abulón. Estos organismos, al igual que otros moluscos, son capaces de producir perlas con un oriente que permitiría una alta cotización en el mercado de la joyería. Este producto ya se ofrece en países como Nueva Zelanda. En México se podrían producir perlas blanco-nacaradas con el abulón negro *H. crachedrodii* y perlas azul-nacaradas con el abulón azul *H. fulgens*.

ÁREA DE MERCADO

Demanda

La demanda de abulón silvestre enlatado supera con creces a la oferta mundial y existe un mercado cautivo incuantificable, principalmente en Japón, Hong Kong, Singapur, Taiwán, Filipinas, Tailandia y los Estados Unidos de América, donde se consume el 90% de la producción mundial. En los países asiáticos la mayor demanda se presenta en los primeros días del mes de febrero, por la celebración del Año Nuevo Chino y durante la primera quincena de septiembre, cuando se celebra el Festival de la Luna, por lo que se presenta una alta demanda desde finales del mes de julio. La demanda de abulón cultivado ha sido evaluada de manera muy subjetiva por los promotores de proyectos de cultivo y, sin embargo, los reconocimientos de mercado realizados por intereses norteamericanos coinciden en afirmar que, no obstante que el producto es caro, la demanda de abulón "gourmet" de cultivo, tanto en California como en Japón, es mucho mayor que la oferta actual (Maeda *et al.*, 1994).

Además del mercado norteamericano, que aparentemente posee un buen potencial, se deben explorar los mercados europeos y asiáticos, ya que por citar un ejemplo, Japón tiene una producción anual de 5000 toneladas de abulón entero (Uki, 1984), que no es suficiente para cubrir la demanda interna calculada en 10000 toneladas (Muciño-Díaz, 1995).

Oferta

La producción mundial de abulón silvestre durante los últimos años se mantuvo en promedio en 16,000 t de abulón entero. Los principales países productores son: Australia con 38%, Japón con 24%, México con 8%, Nueva Zelanda con 4.5% y, finalmente, Sudáfrica con un 3.8% del total mundial. México participa con más del 40% de la oferta mundial de abulón enlatado, siendo el producto de marca "Calmex" el que goza de mayor prestigio y demanda, con respecto a su similar de Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica (Maeda *et al.*, 1994).

Precios

Durante la temporada 88-89, la caja de 48 latas llegó a cotizarse en 900 dólares para la marca "Rey del Mar" y a 1,000 dólares para la marca "Calmex". Para 1990, el precio tope cubierto por Ocean Garden Products a las cooperativas pesqueras fue de 543 dólares por caja. En 1991, el precio de estas marcas en el mercado de oriente mantuvieron el mismo diferencial de precios. Por lo que respecta al abulón cultivado, para 1991, los precios de "Abalone Farm Inc." para el filete fresco "Premium" de una onza fue de 44 dólares por libra y para el filete de abulón congelado "Premium" fue de 38 dólares por libra. El abulón vivo "Premium", de 3.5 pulgadas de longitud, se cotizó a 14 dólares al menudeo y a 13 dólares al mayoreo. Para el abulón entero-congelado empacado al vacío, el precio osciló alrededor de 30 dólares, dependiendo del tamaño. Los buzos de California, U.S.A., obtienen alrededor de 220 dólares por docena de abulones rojos (entre 14 y 15 libras de peso vivo), cuya talla mínima legal es de siete pulgadas y para el abulón negro obtienen de 100 a 110 dólares por docena. En otros estados de la Unión Americana, como Alaska y Hawaii, los precios son 50% inferiores, aunque se trata de especies diferentes. En el estado de Washington, el abulón enlatado en presentación de 15 onzas, proveniente de Nueva Zelanda y Australia, se expende a 26 y 21 dólares por lata respectivamente, mientras que el abulón negro mexicano se expende a 17 dólares por lata (Maeda *et al.*, 1994).

CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

La producción mexicana se comercializa principalmente a través de Ocean Garden Products Inc. y de otras empresas como Mark Trade Co., una organización que ha venido ganando terreno en la comercialización de este producto. Sin embargo, existen exportadores independientes, además de que las propias sociedades cooperativas tienen sus marcas registradas y exportan directamente su producción (Maeda *et al.*, 1994).

II. POTENCIALIDAD DEL CULTIVO

Las pesquerías de abulón a nivel mundial han disminuído sus rendimientos por unidad de esfuerzo y la caída en los volúmenes de captura sólo se ha podido compensar parcialmente mediante la planeación estratégica del esfuerzo pesquero. Esta situación coloca a la acuicultura en una situación de privilegio, ya que tiene la oportunidad de participar en la satisfacción de la creciente demanda de productos del mar. El desarrollo de nuevas tecnologías acuícolas ha permitido abatir costos de producción y una generación creciente de empleos directos e indirectos, colocando a la acuicultura como una industria que debe ser considerada como estratégica y prioritaria (BANCOMEXT-SEMARNAP, 1995).

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

El cultivo extensivo o repoblación de bancos se ha venido desarrollando desde 1982, cuando las sociedades cooperativas sudcalifornianas iniciaron un programa de transplante de juveniles y preadultos para repoblar bancos naturales sobreexplotados y evitar la captura ilegal en la zona intermareal. No se tienen aún los elementos de juicio indispensables para evaluar el programa, pero se considera que es favorable su realización, aunque los resultados sólo podrán observarse en un largo plazo. El cultivo intensivo se encuentra aún en fase de desarrollo y no se ha consolidado como actividad productiva y rentable. El cultivo en suspensión data de 1985 y a partir de esta fecha se continúa realizando en forma sistemática y con tendencia a la expansión. El cultivo en tierra se inició en 1987 en La Bocana, B.C.S., se estima que esta técnica podría tener una extensa aplicación en Baja California Sur (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

ÁREAS DE CULTIVO DISPONIBLES

Las áreas de cultivo disponibles en Baja California Sur se encuentran en la costa rocosa del Pacífico Norte. En razón de la existencia de la infraestructura básica requerida para el desarrollo de la actividad, se pueden enumerar de norte a sur los siguientes sitios: Isla Natividad, Punta Eugenia, Bahía Tortugas, Puerto Nuevo, Bahía Asunción, Punta Prieta y La Bocana. Sin perder de vista las áreas rocosas comprendidas entre Punta Abreojos y Cabo Tosco. Existe, sin embargo, la posibilidad de cultivar el abulón azul *H. fulgens*, inclusive en la parte oceánica de las Islas Magdalena y Margarita, pero la principal limitante es la inseguridad en la disponibilidad de macroalgas, que son el alimento natural ideal para estos organismos ya que no existe disponibilidad de pelletizados comerciales en el mercado local y su precio en el mercado internacional es muy elevado (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989b; 1992).

VOLUMEN POTENCIAL ANUAL

En los años cincuenta y principios de los años sesenta fue común, en el área del Pacífico Norte de la entidad, la extracción de volúmenes superiores a una tonelada de carne por unidad de esfuerzo, lo que permite dimensionar las altas cargas que soportaban y que teóricamente podrían soportar los bancos abuloneros de esa zona si se establecieran amplios programas de repoblación con semilla de laboratorio.

Los volúmenes de extracción por temporada en Baja California Sur son del orden de 900 toneladas, es decir, unos 3.6 millones de abulones adultos. Los rendimientos obtenidos oscilan alrededor de los 40 kg por unidad de esfuerzo. El marcado declive de las poblaciones de las especies de abulón hace impostergable la práctica obligada del cultivo extensivo, o propagación de semilla con fines de repoblación, independientemente de que se establezcan proyectos de engorda comercial.

Para los efectos del presente estudio, se consideró que el potencial de cultivo está limitado en principio por la disponibilidad de semilla, de modo que la capacidad instalada y proyectada para la producción de este insumo es una base razonable para el cálculo de los volúmenes de producción potenciales en un corto y mediano plazo.

De lo anterior se dedujo la necesidad de establecer un programa de mediano plazo, considerando el cultivo extensivo con fines de repoblación, el cultivo semiintensivo en artes de cultivo flotantes y el cultivo intensivo en tierra, utilizando piletas o canales de flujo rápido con suministro continuo de agua de mar y aeración.

En el punto 1.D, relativo a las unidades y volúmenes de producción, se presentaron las cifras de producción de semilla actuales y proyectadas para los laboratorios existentes en Baja California Sur. La capacidad actual de los laboratorios productores es de 525000 semillas y su capacidad proyectada, una vez dominada la tecnología y ampliadas sus instalaciones, será de 2.9 millones de piezas por temporada. A partir de esta información se consideró que en una primera etapa no es indispensable construir nuevos laboratorios, sino hacer eficientes los existentes.

Con base en estas consideraciones previas, el potencial del cultivo de abulón en Baja California Sur se estableció considerando tres diferentes escenarios, tanto en lo que respecta al sistema de cultivo a emplear, como en lo relativo a la supervivencia que se pudiera obtener con estas tecnologías y en el producto que se desea obtener.

Potencial Vía Cultivo Extensivo

Esta alternativa considera destinar toda la semilla de los laboratorios para su propagación en el medio natural, con fines de repoblación. Se considera la posibilidad de recapturar en fase adulta diferentes porcentajes de la semilla originalmente propagada, tal como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7.- Producción potencial de abulón mediante cultivo extensivo en Baja California Sur.

	Capacidad actual (a)			Capacidad proyectada (b)		
	10%	5%	1%	10%	5%	1%
Tasa de recuperación	10%	5%	1%	10%	5%	1%
Recaptura (miles)	52	26	5	290	145	29
Carne (kg)	13125	6562	1312	72500	36250	7250
Cajas (48 latas/1Lb/caja)	657	328	66	3625	1812	362
	a) 5.25 millones de semillas			b) 2.9 millones de semillas		

Potencial Vía Cultivo Semiintensivo

En este caso se calculan los rendimientos que se esperarían obtener si toda la semilla producida por los laboratorios existentes se destinara al cultivo semiintensivo en barriles de plástico suspendidos en líneas largas flotantes, con la posibilidad de obtener las presentaciones de abulón "Baby" (0.014175 kg/pieza) y "Medallón" (0.099225 kg/pieza) (tab. 8).

Tabla 8.- Producción potencial de abulón mediante cultivo semi-intensivo en Baja California Sur.

Presentación	Supervivencia %	Capacidad de Producción (miles de semillas)		Capacidad de Producción (kg de carne)	
		Actual (a)	Proyectada (b)	Actual (a)	Proyectada (b)
"Baby"	80	420	2320.00	5953.50	32886.00
"Medallón"	70	367.5	2030.00	36465.20	201426.70
		a) 5.25 millones de semillas		b) 2.9 millones de semillas	

ofrecerá en el futuro una mayor seguridad en el suministro de este insumo acuícola. Es necesario promover el desarrollo de proyectos comerciales de cultivo y éstos, a su vez, demandarán la instalación de nuevos laboratorios productores, al igual que el crecimiento y consolidación de los existentes.

Demanda esperada

La experiencia internacional demuestra que la recaptura de semilla propagada en el medio natural no excede de un 10% de la cantidad sembrada. Los volúmenes de extracción por temporada en el estado de Baja California Sur son del orden de las 900 toneladas, es decir, unos 3.6 millones de abulones adultos.

Para obtener 3.6 millones de abulones adultos se tendrían que sembrar, como mínimo, 36 millones de semillas. Adicionalmente, se puede esperar una demanda creciente aún no cuantificada, para proyectos de cultivo intensivo de carácter privado con fines comerciales.

Alternativas de producción

Debido a la alta demanda esperada en el Estado y al reducido número de centros productores de semillas de abulón, se hace necesario el establecimiento y operación de más baterías de producción, así como de granjas de cultivo y postas de fijación y precrianza, tendiendo a emplear en estas prácticas la diversidad y desarrollo de las distintas alternativas de producción, ya sea en tierra, en el mar ó en instalaciones mixtas, buscando en el cultivo semiintensivo rendimientos aceptables con costos de instrumentación y operación más bajos que las opciones de manejo intensivo.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CULTIVO

Materiales requeridos

Entre los materiales requeridos destacan la estanquería de fibra de vidrio, cubetas de plástico, placas de cloruro de vinilo, tuberías, mangueras y accesorios para las instalaciones de laboratorio. Para la engorda intensiva en el mar se requieren canastas y tìbores de plástico, cabos y flotadores para las líneas largas, etc. Para el cultivo intensivo en tierra se demandaría estanquería de concreto, mampostería e incluso de fibra de vidrio, placas, separadores, tuberías, etc.

En resumen, para el cultivo de abulón se requieren: contenedores de 15 a 20 l, utilizados en la puesta inducida, fertilización, incubación y cultivo larval; contenedores de fibra de vidrio, utilizados en la fijación y crianza; láminas onduladas de cloruro de polivinilo, translúcido, utilizadas en la fijación y crianza; canastillas de cultivo, utilizadas en la crianza; tubería ABS de seis a ocho pulgadas de diámetro, utilizados como habitáculos o refugios; mallas plásticas de diferente tamaño de malla, cabos de nylon tipo seda; tanques plásticos de 55 galones de capacidad con tapa roscable, utilizadas en la crianza; y boyas de señalamiento y sustentación de instalaciones de cultivo.

Es por demás importante citar la posible demanda de alimento peletizado que tendría que usarse ante la eventualidad de una baja disponibilidad de alimento natural, debido a las variaciones estacionales e interanuales de las poblaciones naturales de macroalgas, principalmente del sargazo gigante *M. pyrifera*.

Opciones de producción local

Con excepción de las placas de cloruro de polivinilo y del alimento peletizado artificial, que son insumos caros sólo disponibles en el mercado internacional, todos los demás materiales y

suministros están disponibles en Ensenada, B.C. y en La Paz, B.C.S., donde existe incluso una fábrica de materiales diversos y contenedores plásticos.

DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y EQUIPOS INDUSTRIALES

Máquinas de trabajo

Las máquinas de trabajo son las que normalmente se requieren para la operación de un laboratorio de acuicultura e incluyen equipos de bombeo, filtrado y esterilización de agua de mar, turbosopladores de aire a baja presión, etc.

Plantas y equipos industriales

El estado de Baja California Sur cuenta con una amplia planta industrial donde se procesa y envasa en salmuera el abulón, en presentaciones de una libra, distribuyéndose éstas de la siguiente manera: una planta en Isla Natividad, dos en Bahía Tortugas, dos en Bahía Asunción, una en la Bocana, una en Punta Abreojos, una en Puerto López Mateos y una en Puerto San Carlos. Todas estas plantas son susceptibles de adecuar su línea de procesamiento para ofrecer al mercado otras presentaciones, como serían: filete de abulón fresco congelado, abulón ahumado, abulón vivo enhielado, etc. Las plantas y equipos industriales existentes pueden adaptarse parcialmente para la clasificación y el procesamiento primario del abulón cultivado, instalando los equipos y accesorios que se requieran para las nuevas formas de procesamiento por maceteo para filetear y empaque al alto vacío. La preparación y empaque de abulón vivo se puede incluso realizar en la misma planta de engorda.

DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA Y CAPACITACIÓN

Generación de empleos

La generación de empleos directos dependerá del tamaño del proyecto “tipo” que se quiera promover, pero se puede considerar un promedio de cinco empleos permanentes por proyecto de tamaño intermedio y 10 empleos eventuales.

II.C. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICABLES

Es importante señalar que las tecnologías que fueron desarrolladas en otros países como producto de muchos años de investigación y desarrollo, se encuentran actualmente disponibles para su transferencia a nuestro país, lo que posibilita que México avance de manera muy acelerada en el cultivo de abulón (BANCOMEXT-SEMARNAP, 1995).

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

En términos generales, la tecnología actualmente utilizada necesita incorporar nuevos procedimientos para hacerla más eficiente. No se practica el acondicionamiento gonádico de los reproductores, sino que se depende de las existencias silvestres con sus fluctuaciones naturales. El cultivo larval es estático y en sistema cerrado y no se utilizan inductores químicos para la fijación, ni se han establecido sistemas de flujo continuo que pudieran mejorar la calidad del agua y eficiencia del proceso. La fijación larval se realiza en láminas de material sintético cubiertas por una película de microalgas y diatomeas bentónicas producidas en un sistema rústico de policultivo

en el laboratorio, pero hace falta tecnificar y hacer eficientes los sistemas de producción monoespecíficos y utilizar dietas artificiales complementarias (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989b), en las que se pueden incorporar antibióticos, vitaminas, minerales y otros elementos nutritivos esenciales para el crecimiento.

En Nueva Zelanda se están probando nuevos métodos de fijación larval en bolsas de polietileno transparente suspendidas, con fotoperíodo de 12 horas y flujo continuo de agua de mar, donde se colocan larvas fijadoras de *H. midae* y se obtiene un 10% de juveniles tempranos de 3 a 4 mm. En este momento se abre la bolsa y los organismos pueden desprenderse sin dificultad de la tersa superficie plástica, para transferirse a los tanques de preengorda (Fish Farming International, 1995a). Este tipo de bolsas de plástico se utilizan en México para el cultivo de microalgas, pero en el caso que nos ocupa, ésta es una aplicación novedosa y al parecer muy eficiente.

Por otro lado, en el manejo de la semilla deben incorporarse, no sólo tecnologías de punta sino inclusive las que son de uso corriente en otros países, como son los anestésicos y el manejo de choque térmico para inducir el desprendimiento de los organismos y facilitar su manipulación sin riesgos, evitando el desprendimiento manual. Con ello las condiciones generales del cultivo mejorarían, ya que se pueden separar grupos de individuos con crecimiento uniforme, con objeto de ir descartando a la fracción que presente “enanismo”, para su comercialización en tallas pequeñas, y seleccionando a la fracción de mayor crecimiento, para su cultivo a tallas mayores.

En algunos países, como Japón y Australia, las dietas artificiales para abulón se producen industrialmente y están disponibles en el mercado en forma de escamas o pelletizados y se utilizan en laboratorios y granjas de cultivo, donde se ha observado una clara superioridad respecto a las dietas naturales, aunque persisten problemas debido al elevado costo de sus ingredientes (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989b).

CULTIVO INTENSIVO

El abulón azul *H. fulgens*, alcanza una talla de 70 mm a la edad de dos años en la zona de Bahía Tortugas, B.C.S. (Turrubiates-Morales, 1989). Con este antecedente, y tomando en consideración los resultados de Franco-Santiago (1986), cabe la posibilidad de obtener un determinado porcentaje de juveniles de 6 cm en 16 meses de engorda, a partir de semilla de 1 cm producida en el laboratorio y seleccionada con base en su rápido crecimiento. De acuerdo con Leighton *et al.* (1981), el abulón azul *H. fulgens*, es bastante termotolerante, ya que la temperatura óptima para el cultivo larval es de 20 a 24°C y de 24 a 28°C para los juveniles, cuyo crecimiento es de 1.5 a 2.0 veces mayor a una temperatura de 20 a 28°C que a niveles de 14 a 20°C, lo cual podría asegurar su futuro cultivo intensivo en aguas templado-tropicales. Esto resulta particularmente interesante de explorar a nivel de investigación y desarrollo tecnológico porque en caso positivo se abrirían grandes posibilidades para el cultivo de esta especie en toda la costa Pacífico de Baja California Sur.

A manera de comparación, los juveniles de *H. discus hannai* provenientes de zonas frías también aceleran su crecimiento en aguas cálidas (Inoue *et al.*, 1986). De ahí que no sería demasiado aventurado señalar que el cultivo de abulón tiene posibilidades de establecerse en Baja California Sur y no exclusivamente en la zona Pacífico Norte del Estado. La utilización de dietas artificiales (Uki *et al.*, 1985a, 1985b, 1986) podría representar una alternativa para el cultivo en áreas templado-tropicales con poca disponibilidad de alimento natural. En el laboratorio de Bahía Tortugas se han realizado algunos ensayos con juveniles de abulón azul, con resultados preliminares satisfactorios (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989b).

PRODUCCIÓN DE PERLAS

Entre las especies de abulón importantes para la producción de carne mediante sistemas de cultivo destacan los abulones rojo, azul y amarillo. Sin embargo, el abulón negro y el abulón chino, además de ofrecer posibilidades para la producción de carne, son potencialmente importantes para la perlicultura debido a la blanca iridiscencia de la parte interna de su concha (Maeda *et al.*, 1994).

Al igual que otros moluscos de concha, los abulones tienen la particularidad de formar perlas, aunque éste no es un fenómeno muy común en las poblaciones silvestres. En Nueva Zelanda se ha obtenido recientemente un primer lote de perlas mabe o "medias perlas" de 18 a 22 mm de diámetro, utilizando núcleos de plástico implantados en ejemplares de abulón de pie negro, *Haliotis iris* (Fish Farming International, 1995b).

Para Baja California Sur, la producción de perlas sería, en principio, un beneficio adicional del cultivo de abulón. Sin embargo, en función de los avances en el dominio tecnológico de esta alternativa, es posible que las perlas se conviertan en un producto muy importante del cultivo. Cabe también la posibilidad de capturar organismos silvestres, implantarles núcleos para la producción de media perla y liberarlos para que posteriormente sean recapturados.

PROPAGACIÓN Y REPOBLAMIENTO

Para fines de propagación y repoblación de bancos abatidos se requieren grandes cantidades de semilla, porque de otra manera resulta difícil mejorar sensible y favorablemente a la pesquería (Sagara, 1985). La experiencia coreana muestra que la recaptura de un 10.7% de un lote de 15000 juveniles producidos en el laboratorio y liberados a fines de 1980 en una zona determinada, representó para 1983 el 36.8% de la captura total de las existencias silvestres (Chand *et al.*, 1985). En consecuencia, los resultados prácticos sólo se podrán apreciar cuando se disponga de grandes cantidades de semilla para propagar y se hayan definido adecuadamente las técnicas de transporte y siembra (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

Por lo que se refiere a los trasplantes de juveniles y adultos, en Baja California Sur se han realizado buscando, por un lado, proteger al recurso de la depredación animal y humana durante las bajamares extremas y, por otro, para transferir a los individuos pequeños, que se han fijado en áreas con muy poco alimento, hacia sitios protegidos más propicios para su desarrollo. La transferencia de juveniles silvestres de localidades puntuales y específicas podría resultar beneficiosa, considerando las condiciones adversas que ahí prevalecen y la reducida posibilidad que tienen los juveniles colectados para desarrollarse normalmente. La conveniencia de transferir preadultos debe ser investigada, principalmente en lo relativo a la tasa de inmigración natural de nuevos individuos procedentes de las áreas adyacentes que, en consecuencia, estarían también sujetos a una eventual captura ilegal, que es precisamente uno de los aspectos que se pretende evitar (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

II.D. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR Y NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

FORMAS DE ORGANIZACIÓN

El sector social pesquero ha aportado iniciativas y ha desarrollado trabajos de cultivo de abulón, incluyendo la construcción y operación de laboratorios y granjas intensivas de engorda, por ser

hasta la fecha el único beneficiario de la explotación pesquera y acuícola del recurso. Por esta razón, las cooperativas pesqueras han sido también las únicas que han llevado a cabo trabajos de cultivo extensivo en su variante de "mareas de cría", propagación de semilla de laboratorio y transplante de organismos.

Resulta obvio señalar que los inversionistas privados han estado completamente al margen del cultivo de esta especie en Baja California Sur. Sin embargo, a partir de los cambios efectuados recientemente en la Ley Federal de Pesca y en virtud de los avances tecnológicos logrados en la producción de crías y su engorda intensiva a tallas pequeñas y medianas, es totalmente predecible la incursión de capital privado en el cultivo de abulón. Esta participación requerirá, en principio, formas de organización acordes a la idiosincrasia del sector cooperativo y a la necesidad que tienen de capitalizarse mediante convenios y contratos específicos con inversionistas nacionales y extranjeros.

NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Los nuevos proyectos que se establezcan requerirán de personal capacitado que actualmente no se encuentra disponible. Sin embargo, las cooperativas han formado cuadros técnicos en sus unidades de producción durante los últimos 10 años y han contratado incluso la asesoría de expertos de los Estados Unidos de América, por lo que puede asumirse que disponen de cuadros básicos que podrían transmitir sus experiencias a los técnicos de nivel medio y superior que sean requeridos.

Por otro lado, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de Ensenada, B.C., ha desarrollado paralelamente una infraestructura física y humana de muy alto nivel en la investigación y desarrollo tecnológico del cultivo de abulón, por lo que es recomendable su participación en la capacitación y entrenamiento de personal. Por su parte, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR, S.C., ofrecería su capacidad de asimilación y desarrollo de tecnología y la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, las experiencias de su personal técnico y científico del CRIP-La Paz y del Departamento de Acuicultura en B.C.S., que han trabajado en los laboratorios de La Bocana y Bahía Tortugas, respectivamente. Finalmente, existen empresas nacionales (Ensenada, B.C.) y extranjeras (California, U.S.A.) que podrían capacitar a técnicos mexicanos.

II.E. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

El abulón es una especie de lento crecimiento por lo que, aún aplicando la tecnología más moderna de cultivo intensivo, es incosteable la engorda a la talla mínima legal de captura, que en México varía de 11 a 14 cm. En cambio, es posible la producción de juveniles y preadultos en un plazo razonablemente menor que permite recuperar la inversión y obtener ganancias. En consecuencia, además de promover el cultivo, es indispensable que la talla mínima legal para el abulón cultivado se base en criterios tecnológicos, económicos y de mercado, independientes de aquellos que se aplican en la administración pesquera para el recurso silvestre (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

Por otro lado, la semilla producida en el laboratorio generalmente se "marca" con bandas de color en la concha, que son producto de los colorantes naturales de las macroalgas que se utilizan para su alimentación y ésto es muy útil para evitar una eventual comercialización ilegal de juveniles silvestres haciendolos pasar por juveniles cultivados. Sin embargo, para llevar un control

más adecuado, la autoridad correspondiente tendría que supervisar periódicamente los laboratorios y granjas de engorda a fin de verificar su producción en relación con sus ventas. Es preferible que el producto cultivado se entregue en planta sin desconchar, a fin de que pueda verificarse la marca de coloración en la concha y en consecuencia su procedencia específica (Mazón-Suástegui *et al.*, 1989a).

De acuerdo con la Ley de Pesca de 1992, la obtención de reproductores maduros en época de veda requiere de autorización de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, donde se indicará(n) la(s) especie(s) y el número de abulones que el acuicultor podrá extraer. Es recomendable que una vez que se ha logrado el objetivo, es decir obtener gametos para la producción de semilla, los reproductores sean trasplantados en el medio natural (Muciño-Díaz, 1995).

En el caso de utilizar semilla importada (probablemente abulón rojo), deberá establecerse el certificado sanitario como requisito legal para su introducción al país y/o someterla a cuarentena con el fin de evitar el riesgo de introducir enfermedades y parásitos. La Dirección General de Acuicultura de la SEMARNAP, es quien expide a nivel central los permisos de importación de organismos vivos.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCOMEXT-SEMARNAP. 1995. Oportunidad de negocio: abulón rojo *Haliotis rufescens*. Documento Interno. Banco Mex. Comer. Ext./SEMARNAP. 43 pp.
- BAZUA-SICRE, L.A. 1983. Cultivo de abulón en Baja California Sur. Documento Interno. Depto. Acuicult. SEPESCA. BCS.. 32 pp.
- BOWER, S.M. 1987a. *Labyrinthuloides haliotidis* new-species (Protozoa: Labyrinthomorpha), a pathogenic parasite of small juvenile abalone in British Columbia mariculture facility. *Can. J. Zool.* 65(8): 2013-2020.
- BOWER, S.M. 1987b. The life cycle and ultrastructure of a new species of thaustochytrid (Protozoa: Labyrinthomorpha) pathogenic to small abalone. *Aquacult.* 67(1-2): 269-270.
- CHAND, J.W., K.K. BAIK, Y.T. HWANG & Y.I. RHO, 1985. Studies on the released effects of abalone in the eastern waters of Korea 1. Growth and recatching rate of the released seed abalones *Haliotis discus hannai* Ino. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency. Pusan.* 36: 61-68.
- COX, K.W. 1962. California abalones, family Haliotidae. *Calif. Fish and Game Fish. Bull.* 118(1): 130 pp.
- EBERT, E.E. & J.L. HOUK. 1984. Elements and innovations in the cultivation of red abalone *Haliotis rufescens*. *Aquacult.* 39(1-4): 375-392.
- FAO. 1992. Producción de acuicultura 1984-1990. *FAO Fish. Circ.* 815. Revisión 4.
- FISH FARMING INTERNATIONAL. 1995a. Unique settlement bags at S.A. abalone hatchery. 22(6): 31 pp.
- FISH FARMING INTERNATIONAL. 1995b. New Zeland abalone pearls jewellers. 22(7): 26 pp.
- FRANCO-SANTIAGO, J.R. 1986.- Informe preeliminar sobre el crecimiento de juveniles de abulón azul (*Haliotis fulgens*), mantenidos en canastas Nestier en el campo pesquero El

- Rincón, B.C.S. Fed. Reg. Soc. Coop. Prod. Pesq. "Baja California" F.C.L., México. *Documento Interno. CRIP-La Paz*. INP. 17 pp.
- INO, T. 1952. Biological studies on the propagation of the Japanese abalone (genus *Haliotis*). *Tokai Reg. Fish. Res. Lab. Bull.* 5:102 pp.
- INOUE, K., H. KITO, N. UKI & S. KIKUCHI. 1986. Influence of the high temperature on the growth and survival of three species of abalone. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.* 63: 73-78.
- KIKUCHI, S. & N. UKI. 1974a. Technical study on artificial spawning of abalone, genus *Haliotis* II. Effect of irradiated seawater with ultraviolet rays on inducing to spawn. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.* 33:79-85.
- KIKUCHI, S. & N. UKI. 1974b. Technical study on artificial spawning of abalone, genus *Haliotis* III. Reasonable sperm density for fertilization. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.* 34: 67-71.
- KIKUCHI, S. & N. UKI. 1974c. Technical study on artificial spawning of abalone, genus *Haliotis* IV. Duration of fertility related to temperature. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.* 34: 73-76.
- LEIGHTON, D.L. & R.A. BOOLOOTIAN. 1963. Diet and growth in the black abalone, (*Haliotis cracherodii*). *Ecol.* 44(2): 227-238.
- LEIGHTON D.L., M.J. BYHOWER, J.C. KELLY & G.N. MORSE. 1981. Acceleration of development and growth in young green abalone (*Haliotis fulgens*) using warmed effluent seawater. *J. World Maricult. Soc.* 12(1): 170-180.
- LEÓN-CARBALLO, G. 1989. Opinión técnica sobre transplante de abulón, S.C.P.P. "Bahía Tortugas". *Documento. Interno. No. IBPA 89/001. CRIP-La Paz*. INP. SEPESCA. 4 pp.
- LINDBERG, D.R. 1992. Evolution, distribution and systematic of Haliotidae. 3-18. En: Shepherd, S.A., M.J. Tegner & S.A. Guzmán-del Proo. (Eds). *Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture*. Fish News Books.
- MAEDA-MARTÍNEZ, A., F. MAGALLÓN-BARAJAS, M.C. RODRÍGUEZ-JARAMILLO, A. PÉREZ-SERRANO, H. LEÓN-CASTRO & M. RAMADE-VILLANUEVA. 1994. Desarrollo científico tecnológico del cultivo del abulón. *Documento Interno.SEPESCA-CIBNOR*. 77 pp.
- MATSUNAGA, N., M.K. YOSHIDA & J.A. ATIENZO-COTA. 1987. Técnicas de producción de larvas de abulón. 1-21. En: SEP/JICA. (Eds). *Introducción al Conocimiento del Medio Acuático*. Serie de Educación Pesquera. Manual de Prácticas 4. México. 50 pp.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., J. AMADOR-BUENROSTRO & M.A. AVILES-QUEVEDO. 1989a. Estado actual y perspectivas del cultivo de abulón en Baja California Sur, México. *Res. Primer Simp. Inter. Abulón: Biología, Pesquerías y Cultivo*. La Paz, B.C.S., México.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., G. LUCERO-MARTÍNEZ & M.A. AVILES-QUEVEDO. 1989b. Ensayo preliminar sobre la alimentación de abulón juvenil *Haliotis fulgens* con dietas artificiales. *Res. Primer Simp. Inter. Abulón: Biología, Pesquerías y Cultivo*. La Paz, B.C.S., México.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., L.A. BAZUA-SICRE, G. LUCERO-MARTÍNEZ & R. RODRÍGUEZ-RAMOS. 1992. Producción de semilla de abulón en el laboratorio: el método de Bahía Tortugas, B.C.S., México (Abalone seed production in the laboratory). 561-569. En: Shepherd, S.A., M.J. Tegner & S.A. Guzmán-del Proo (Eds). *Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture*. Fishing News Books.

- McSHANE, P.E., 1992. Early life history of abalone: a review. In: Shepherd S.A., M.J. Tegner & Guzmán del Proo (Eds.). ABALONE OF THE WORLD: BIOLOGY, FISHERIES AND CULTURE. Proceedings of The First International Symposium on Abalone. Fishing News Books, I-XIV, 1-608.
- MORSE, D.E., N. HOOKER, L. JENSEN, H. DUNCAN & J.W. AVAULT Jr., 1979. Induction of larval abalone setting and metamorphosis by I. Aminobutyric acid and its congeners from crustose red algae: II. Applications to cultivation, seed- production and bioassays principal causes of mortality and interference. Proc. World Maricult. Soc. Honolulu, Hawaii, 10, 81-91.
- MOTTET, M. 1978. A review of fishery biology of abalones. *Wash. Dept. Fish. Tech. Rep.* 37: 81 pp.
- MUCIÑO-DIAZ, M. 1995. Cultivo de abulón. *Documento Interno*. CRIP-La Paz. INP. 12 pp.
- OGAWA, J., M. MUCIÑO-DÍAZ & D. AGUILAR-OSUNA. 1992. Producción de semillas de abulón *Halitosis fugens* en el laboratorio de la Sociedad Cooperativa Progreso de Producción Pesquera, S.C.L. en la Bocana, B.C.S., México. *Documento Interno*. JICA/SCPPP. CRIP-LA PAZ. INP. SEPESCA. 63 pp.
- ORTIZ-QUINTANILLA, M. 1966. Informe preliminar de las investigaciones sobre la biología y pesca del abulón comercial de las islas de Cedros, Benitos y Guadalupe, Baja California. *Serie de Divulgación*. INP. Direc. Gral. De Pesca. SIC. XI(109): 43 pp.
- ORTIZ-QUINTANILLA, M. 1974. Algo nuevo por el abulón. *Técnica Pesquera*. 20:20-26.
- ORTIZ-QUINTANILLA, M. 1980. Un sistema para inducir el desove de abulón en los campos pesqueros de Baja California. México. *Mem. 2o. Simp. Latinoamer. Acuacult.* I: 871-881.
- REDONA-VILLAVICENCIO, E. 1988. Resúmen de actividades realizadas sobre el cultivo de abulón (*H. fulgens*), en el laboratorio de La Bocana B.C.S., por las Sociedades Cooperativas "Progreso" y "Leyes de Reforma" de Producción Pesquera, S.C.L. *Documento Interno*. Soc. Coop. "PROGRESO" Prod. Pesq. S.C.L. 3 pp.
- SAGARA, J. 1985. Cultivo de abulón. 41-54. En: SEP/JICA. (Eds). *Generalidades de Acuacultura*. Serie de Textos Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. México. 108 pp.
- SALAS-GARZA, A. & R. SEARCY-BERNAL. 1987. Repoblación de bancos naturales de abulón ó cultivo en cautiverio. *Res. VII Cong. Nal. Oceanogr. México*. 219.
- SALAS-GARZA, A. & R. SEARCY-BERNAL. 1990. Problemas y alternativas del cultivo de abulón en México. *Serie Científica, UABCS. México, 1(No. Esp. 1 AMAC)*: 51-58.
- SCHIEL, D.R. & B.C. WELDEN. 1987. Response to predators of cultured and wild red abalone *Haliotis rufescens* in laboratory experiments. *Aquacult.* 60(3-4): 173-188.
- SEARCY-BERNAL, R. & A. SALAS-GARZA. 1990. Investigaciones sobre el cultivo de abulón en la Universidad Autónoma de Baja California, México. *Serie Científica*. UABCS. 1(No Esp. 1 AMAC): 44-50.
- SHEPHERD, S.A. 1976. Breeding, larval development and culture of abalone. *Aust. Fish.* 35(4): 7-10.
- SHEPHERD, S.A. & P.A. BREEN. 1992. Mortality in abalone: its estimation variability. 276-304. En: Shepherd, S.A., M.J. Tegner & S.A. Guzmán-del Proo. (Eds). *Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture*. Fishing News Books.
- TEGNER, M.J. & R.A. BUTLER. 1989. Abalone seeding. 157-182. En: Hahn, K. (Ed).

- Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods*. C.R.C. Press. Boca Raton. Florida.
- TENORE, K.R. 1976. Food chain dynamics of abalone in a policulture system. *Aquacult.* 8: 23-27.
- TURRUBIATES-MORALES, J.R. 1989. Edad, crecimiento y reproducción del abulón azul *Haliotis fulgens* Philippi 1845 (Mollusca-Gastropoda), de Bahía Tortugas, B.C.S. *Tesis Maestría. CICIMAR*. IPN.
- UKI, N., 1984. Abalone Culture In Japan, In: Proceedings of the ninth and tenth U.S. Japan Meetings on Aquaculture (NOAA Technical Report NMI S 16) Sindermann, C.J., Ed., U.S. Dept. of Commerce, Seattle, 82-88.
- UKI, N. 1989. Abalone seeding production and Its theory 3. *Inter. J. Aquacult. Fish. Technol.* 1: 224-231
- UKI, N., A. KEMUYAMA & T. WATANABE. 1985a. Development of semipurified test diets for abalone. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 51(11): 1825-1833.
- UKI, N., A. KEMUYAMA & T. WATANABE. 1985b. Nutritional evaluation of several protein sources in diets for abalone *Haliotis discus hannai*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 51(11): 1835-1839.
- UKI, N., A. KEMUYAMA & T. WATANABE. 1986. Optimum protein level in diets for abalone. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 52(6): 1005-1012.
- VEGA, V.A., G. LEÓN & M. MUCIÑO. 1994. Sinopsis de información biológica, pesquera y acuacultural de los abulones (*Haliotis* spp.) de la Península de Baja California, México. *Documento Interno. Vol II. Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Cultivo del abulón*. SEPESCA-CIBNOR.

Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola de Baja California Sur
Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.). 1996.

CULTIVO DE ALMEJA CATARINA

Argopecten circularis

José Manuel Mazón Suástegui

RESUMEN

El cultivo de almeja catarina, *Argopecten circularis*, se inició hace unos 20 años, pudiendo distinguirse: proyectos de investigación y desarrollo tecnológico; proyectos de colecta de semilla y repoblamiento; cultivos piloto; y cultivos comerciales. La primera experiencia comercial fue desarrollada por la empresa Cultivos Marinos de Baja California, en la Ensenada de La Paz (1980-81). En 1995 la empresa CULTEMAR, incubada por el CIBNOR, S.C., produjo 180 toneladas de almeja entera con tecnología patentada, propiedad de la institución. La semilla se puede obtener del medio natural, por medio de colectores de costal cebollero, o producirse en el laboratorio, lo que implica la maduración y desove de reproductores, el cultivo de larvas y su asentamiento en fibras sintéticas, con opción de preengorda en cilindros de surgencia. De acuerdo con las fuentes consultadas, algunos proyectos de repoblamiento con semilla silvestre han sido comercialmente exitosos pero, por regla general, ha faltado consistencia y continuidad, por lo que se recomienda su realización sistemática y obligatoria para quienes capturan el recurso. El potencial de cultivo intensivo bajo diferentes escenarios podría ubicarse en: 12000 t de almeja entera con concha o 1333 t de callo, en 960 ha concesionables; 14125 t de almeja entera o 1569 t de callo, en 1,130 ha; y, en el mejor de los casos, en 25000 t de almeja entera o 2777 t de callo, en 2000 ha concesionables. Para aprovechar este potencial se requerirían 635 millones de semilla de 10 mm anuales -difícil de producir en el laboratorio a un precio competitivo- o producir cantidades substancialmente mayores para compensar la mortalidad inicial. Hasta el momento la mejor alternativa sigue siendo la captación masiva de semilla silvestre, que puede ser tan fluctuante como lo sean las poblaciones naturales, sujetas por regla general a una enorme presión de captura.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I.A. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

ORIGEN DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA

Los pectínidos o escalopas son moluscos bivalvos que habitan las aguas costeras y por lo atractivo de su concha han sido adoptados por el hombre como símbolo distintivo en diversas actividades religiosas y culturales, y le han servido de alimento fresco y nutritivo durante millones de años (Hardy, 1991). La escalopa japonesa *Patinopecten yessoensis* ejemplifica un proceso de investigación y desarrollo tecnológico que, al cabo de más de 50 años, condujo a una tecnología de manejo acuícola y pesquero de primer nivel.

Esta especie se consideraba un platillo raro y muy costoso hasta antes de que se desarrollaran las técnicas de cultivo masivo a nivel comercial. Con la aplicación de sistemas de acuicultura, Japón ha incrementado de manera dramática su producción de *P. yessoensis*, al grado de que antes de que estas técnicas se establecieran se registraba una captura anual de 8700 toneladas y en la actualidad se tiene una producción acuícola de 182000 toneladas anuales (Ikenoue y Kafuku, 1992).

Desde el año de 1933 se realizaron los primeros registros de la incidencia de fijación de semilla de la escalopa *P. yessoensis* en conchas de ostión en el lago salado de Saroma, en Japón, pero la actividad no pudo alcanzar un nivel de rentabilidad comercial, por la gran dificultad para captar grandes cantidades de semilla y por la laboriosidad del método. Los intentos continuaron y se desarrolló el sistema de cultivo en suspensión, utilizando la técnica de perforación de la oreja; se realizaron también los primeros ensayos con las linternas perleras y posteriormente con las linternas cilíndricas (Ikenoue y Kafuku, 1992).

El cultivo pudo acceder a un nivel de rentabilidad y aplicación comercial cuando finalmente se desarrolló un colector muy eficiente a base de costales cebolleros con ramas de cedro y posteriormente con mallas sintéticas en su interior, en el cual se pueden captar desde unos cientos a varias decenas de miles de semillas. El costal cebollero con filamentos de nylon ha permitido a Japón desarrollar toda una gran industria de cultivo, tanto en el fondo marino como en artes suspendidas (Ikenoue y Kafuku, 1992) y ahora se utiliza muy ampliamente en diferentes países del mundo, incluido México.

MAGNITUD Y ALCANCE GEOGRÁFICO DEL CULTIVO DE PECTÍNIDOS

Los pectínidos se cultivan alrededor del mundo y el interés en su manejo acuícola es cada vez mayor. En lo general se han aplicado técnicas muy similares a las de la escalopa japonesa *P. yessoensis*, modificadas para ajustarse a las condiciones y especies locales. Sin embargo, en todos los casos el nivel de éxito alcanzado indefectiblemente ha estado asociado al valor económico del producto y a la duración del período de cultivo. Sin lugar a dudas, Japón ha sido el país líder y ejemplo a seguir en el cultivo de pectínidos o escalopas y su gran aportación a la industria acuícola ha sido que la experiencia de muchos años de investigación ha sido gradualmente transferida a los productores. Las variantes tecnológicas empleadas en diferentes países del mundo son el cultivo

intensivo y la repoblación de bancos sobreexplotados por la pesquería, mediante la propagación de "semilla" y juveniles, generalmente captados en el medio natural por medio de colectores. Las dificultades actuales para la producción comercial de semilla en el laboratorio no han sido del todo resueltas pero es de esperarse que en un corto tiempo se pueda producir semilla de diversas especies a lo largo del año y, sobre todo, a un precio competitivo (Hardy, 1991).

De acuerdo con F.A.O. (1992), la producción acuícola mundial de pectínidos fue de 78588 t en 1984, 122321 t en 1985, 164274 t en 1986, 196779 t en 1987, 305489 t en 1988, 310912 t en 1989 y 340738 t en 1990. Para el año de 1990, la participación por especies fue de 99.54% para la escalopa japonesa *P. yessoensis* cultivada principalmente en Japón, China y Rusia y el 0.34% para la escalopa morada *Chlamys purpurata* cultivada en Chile.

EL RECURSO

Existen alrededor de 360 especies de escalopas en el mundo y la mayoría de ellas se encuentran en aguas costeras a profundidades menores que 100 metros, sobre fondos arenosos y areno-fangosos. Corresponden al Phylum Mollusca y son de los pocos bivalvos que pueden nadar, habilidad sobresaliente sobre todo en las especies pequeñas y en los estadios juveniles.

ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN EL MUNDO

Además de la importancia dominante de la escalopa japonesa *P. yessoensis* que está siendo introducida para su cultivo en varios países del mundo y de la escalopa morada *Chlamys purpurata* en la producción acuícola mundial, en las estadísticas de FAO (1992) se registran participaciones menores para la escalopa común *Pecten maximus* cultivada en España y el Reino Unido, la escalopa de Nueva Zelanda *Pecten novaezealandiae* cultivada en Nueva Zelanda, la escalopa de mar *Placopecten magellanicus* que se cultiva en Canadá, la escalopa cálico peruviiana *Argopecten purpuratus* que se cultiva en Perú, la escalopa reina *Chlamys opercularis* cultivada en el Reino Unido y un pectínido conocido como escalopa nei que se cultiva en Ecuador. Existen además otras especies, que por falta de difusión o porque son objeto de cultivo a nivel experimental o piloto, no son consideradas en las estadísticas mundiales o se ubican bajo los rubros de "Varios, Otros, o Misceláneos", como la escalopa de bahía *Argopecten irradians* cultivada en Virginia. E.U.A.

ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN MÉXICO

Entre las especies que se distribuyen en México destacan por su potencialidad la Mano de León *Lyropecten subnudus* y la almeja voladora *Pecten vogdessi*, pero sobresale en importancia la almeja catarina *Argopecten circularis*, principalmente porque hacia esta especie se han dedicado muchos años de esfuerzo en materia de investigación y desarrollo tecnológico por parte de dependencias de gobierno, grupos de productores, universidades, centros de investigación y centros productores de semilla localizados en los estados de Baja California Sur y Sonora principalmente.

INDICADORES BIOECOLÓGICOS PARA LA ALMEJA CATARINA

BIOLOGÍA GENERAL

De acuerdo con Keen (1971), la almeja catarina se conoce también como almeja voladora y almeja catalina y algunos sinónimos científicos de la especie son *Pecten tumidus* (Sowerby, 1835), *Pecten ventricosus* (Sowerby, 1842), *Pecten inca* (Orbigny, 1846), *Pecten solidulus* (Reeve, 1853)

y *Pecten filitextus* (Linnaeus, 1830). Es un organismo de vida corta y generalmente no sobrevive mucho más allá de los dos años de edad (Tripp-Quezada, 1985).

A. circularis es un molusco bivalvo de conchas convexas en forma de abanico y aproximadamente iguales, que exhiben una amplia variedad de colores que van desde el blanco puro al moteado con tonos de color anaranjado, púrpura y negro. Su forma inflada y sus 21 costillas que parten del umbo en forma radial, son características de la especie. Las valvas están unidas por un ligamento queratinoso flexible de color negro localizado en la charnela, a la altura del umbo y también por el músculo abductor (Avilés-Quevedo, 1990).

La almeja catarina es un consumidor primario y se alimenta por filtración de fitoplancton, zooplancton pequeño y materia orgánica particulada e incluso puede captar sustancias disueltas en el agua. Es hermafrodita, de fecundación externa, en el laboratorio puede consumir dietas artificiales (Mazón-Suástegui, 1988b; Mazón-Suástegui y Avilés-Quevedo, 1988) y madurar sexualmente en 20 días de acondicionamiento (Avilés-Quevedo, 1990).

Después del desove sigue un período de vida larval libre que, a 23° C, se prolonga por espacio de 12 a 14 días, al término del cual las larvas pedivéliger se fijan temporalmente a un sustrato y después de una breve etapa plantígrada o reptante sufren metamorfosis y adquieren progresivamente la forma y apariencia del adulto (Mazón-Suástegui *et al.*, 1991). Los juveniles tempranos se mantienen adheridos a un sustrato firme debido a su capacidad de producir secreciones bisales adherentes, capacidad que se pierde en la fase adulta. Una vez en el fondo marino, la almeja catarina reposa sobre su valva izquierda en concavidades que ella misma excava en el fondo arenoso. Si las condiciones del lugar no le son favorables, puede desplazarse nadando activamente, principalmente durante su etapa juvenil, mediante corrientes enérgicas de agua que arroja por las aurículas y que son provocadas por la contracción brusca del músculo abductor.

DISTRIBUCIÓN Y HABITAT

Argopecten circularis se distribuye desde Isla de Cedros, Golfo de California e Islas Galápagos hasta Paita, Perú habitando bahías de fondo arenoso, areno-lodoso y areno-gravoso en asociación con algas, pasto marino y corales (Baquero *et al.*, 1982), en profundidades de 1 a 35 m.

CRECIMIENTO Y MORTALIDAD

Cáceres-Martínez *et al.*, (1987) han establecido que el crecimiento durante las primeras cinco semanas de vida puede ser descrito por medio de la ecuación: $Y = 0.203 + 0.337 X$, y que el crecimiento de un grupo de organismos cultivados en el fondo marino durante siete meses, puede ser descrito por la ecuación: $Y = 5.66 + 0.25 X$, donde "Y" es la altura de la concha en milímetros y "X" el tiempo en días.

De esta afirmación se deduce que los organismos alcanzan la talla comercial de 5-6 cm en siete meses de cultivo, lo cual obviamente dependerá de otros factores como la densidad de cultivo, las características del cuerpo de agua y la época del año en la que transcurran esos siete meses de cultivo, ya que es sabido que el ritmo de crecimiento en los pectínidos se reduce durante el verano (Hardy, 1991).

Por lo que respecta a la mortalidad de la especie, los estudios indican que es inferior al 20% en los cultivos sobre el fondo, aunque por causas fortuitas se podría incrementar (Cáceres-Martínez *op cit.*), y esto puede entenderse principalmente debido a la depredación, que puede variar de un sitio de cultivo a otro y de si se proporcionan o no, estructuras y confinamientos de protección.

CICLO BIOLÓGICO Y REPRODUCTIVO

Reproducción

Cuando la gónada esta madura se diferencia en una región anterior testicular de color blanco-lechoso que se observa en el borde, desde la parte ventral a la base dorsal donde se alarga considerablemente, y una región ovárica de color rojo-naranja que ocupa la mayor parte de la gónada. Ambas porciones gonadales maduran al mismo tiempo. El ciclo reproductor de esta especie es bastante activo, encontrándose organismos maduros todo el año. Se presentan dos períodos de desove masivo que pueden coincidir con cambios bruscos de salinidad (Baqueiro *et al.*, 1982) y descensos en la temperatura del agua (Tripp-Quezada, 1985). Los picos de desove se presentan de manera natural durante los meses de febrero-marzo y septiembre-octubre, aunque se registran aplazamientos y retrasos variables en función de las condiciones ambientales.

Desarrollo larval

En condiciones de laboratorio puede realizarse el acondicionamiento gonádico y el desove con mayores o menores dificultades a lo largo del año y llevar a cabo el desove y el cultivo de los estadios larvales para la producción de semilla. Tras la fecundación del huevo se inicia el desarrollo embrionario que da origen, en un lapso de 24 horas, a una "larva véliger de charnela recta" que se desplaza activamente en la columna de agua, mediante el movimiento de un órgano ciliado denominado velum. Con el paso de los días la larva va creciendo y pierde la forma inicialmente recta de la charnela, para dar lugar a una prominencia llamada umbo, cuya característica hace que a este nivel del desarrollo el individuo se reconozca como "larva véliger umbada" (Avilés-Quevedo y Muciño-Díaz, 1987b; Mazón-Suástegui, 1988a).

Al acercarse el término de su vida pelágica la larva sufre una reducción en el tamaño del velum y desarrolla a la par un órgano musculoso denominado pie, que se extiende hacia fuera de las valvas, y una mancha ocular característica e indicadora de que la fijación se aproxima. A este nivel de desarrollo se le conoce como "larva pedivéliger". A 23° C el período de vida larval tiene una duración de 12 a 14 días, siendo normal que un 3 a 5 % de la población larval se fije prematuramente a los 9-10 días y otro tanto se fije tardíamente a los 16 a 18 días de cultivo (Avilés-Quevedo y Muciño-Díaz, 1987b; Mazón-Suástegui, 1988a; Mazón-Suástegui *et al.*, 1991).

Fijación

La larva pedivéliger alterna períodos de natación con un comportamiento reptante en busca del sustrato adecuado, el cual selecciona para, finalmente, fijarse por medio de secreciones filamentosas producidas por una glándula bisal localizada en el pie. Si las condiciones del sustrato elegido no resultaran por alguna razón convenientes, la "post-larva" o juvenil temprano puede abandonar el biso que le sirve de anclaje y desplazarse a otro lugar, produciendo secreciones bisales que le ayudan a flotar y viajar aprovechando las corrientes marinas en busca de otro lugar para su re-aseguramiento, que puede ser el definitivo. El biso es funcional en los juveniles y pre-adultos, pero se pierde totalmente en los adultos.

I.B. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

La acuicultura ha recogido y hecho propios muchos términos de la agricultura y la ganadería, tales como semilla, siembra, cultivo, engorda, cosecha, etc., para denominar las etapas del proceso productivo. La "semilla" son organismos juveniles que por su tamaño, dureza y resistencia al

manejo, pueden soportar la manipulación y el transporte a los lugares de siembra con un bajo porcentaje de mortalidad. Para los pectínidos o escalopas, las ostras y las almejas es usual un tamaño de 2 a 3, 3 a 5 y 5 a 7 mm de longitud (Mazón-Suástegui, 1988a).

Cuando el recurso natural es abundante se puede captar muy fácilmente semilla silvestre de varias especies de pectínidos, mediante la instalación de colectores artificiales que son suspendidos en el mar durante la época reproductiva de la especie de interés. El problema se presenta cuando, por causas naturales o por sobrepesca, no existe una población reproductora que produzca suficientes larvas que puedan fijarse al colector y proveer al acuicultor de semilla silvestre, lo cual desgraciadamente ha venido sucediendo en años recientes en diferentes partes del mundo y con diferentes especies biológicas de interés comercial (Hardy, 1991).

En la actualidad existen avances tecnológicos muy importantes en la producción masiva de semilla de moluscos en general y de pectínidos en específico y un ejemplo ilustrativo son las instalaciones de la empresa Sea Perfect para la producción de *Chlamys purpuratus* en Chile y de *Mercenaria mercenaria* en Carolina del Sur, E.U.A. Para el manejo de reproductores y el cultivo larval se aplican técnicas tradicionales, con adecuaciones particulares para cada especie o grupo taxonómico. Las principales diferencias en el manejo controlado de la almeja catarina *Argopecten circularis* se presentan durante la fijación larval, la preengorda y el transporte de la semilla al campo. La etapa de asentamiento y metamorfosis (fijación) es la más crítica del proceso y le sigue en orden de importancia la etapa de preengorda de semilla a una talla adecuada de manejo en campo (Mazón-Suástegui, 1995a, 1995b, 1995c).

Un ejemplo representativo del éxito en el cultivo de pectínidos es el relativo a las técnicas utilizadas para el cultivo de la escalopa japonesa *P. yessoensis* que, contrariamente a lo sucedido en otros países y con otras especies, se han basado casi de manera exclusiva en la captación de semilla silvestre en colectores de costal cebollero con mallas de plástico en su interior. El cultivo de esta especie ejemplifica en lo general una metodología ideal de manejo acuícola-pesquero para pectínidos, en la cual los factores relevantes han sido:

- Un amplio programa gubernamental permanente de monitoreo ambiental, con información precisa y oportuna para los acuacultores establecidos y potenciales.
- La repoblación de bancos naturales y la creación artificial de nuevos bancos, mediante la propagación de semilla y juveniles en áreas predeterminadas.
- El acondicionamiento de fondos y el control de depredadores.
- Regulación de las cosechas, con objeto de garantizar la permanencia de una población reproductora que permita una eficiente colecta de semilla silvestre.
- El cultivo en el fondo y en suspensión por parte de grupos productores que financian sus propias necesidades de investigación y desarrollo tecnológico.
- Una muy activa y comprometida participación de los productores.

TECNOLOGÍA PARA EL CULTIVO DE PECTÍNIDOS EN EL MUNDO

Aún cuando el modelo japonés provee la mejor evidencia del potencial que ofrece el manejo acuícola de pectínidos, hay otros países que aplican procesos y tecnologías funcionales que incorporan y adecúan sus elementos básicos. Estos avances se describen por Hardy (1991) y se resumen a continuación, incluyendo el propio caso de Japón:

Japón

El cultivo en fondo de *P. yessoensis* se inició experimentalmente desde 1936 pero los beneficios reales se vieron a partir de 1967, cuando se propagaron 23 millones de semillas y juveniles de un año en la costa de Tokoro. Para el año de 1982 se propagaron 1500 millones de semillas de 3 cm en Hokkaido, pero ya desde 1979 se consideraba al cultivo en fondo una práctica comercial y rentable con un 55% de supervivencia de los organismos propagados y un rendimiento que en la actualidad alcanza las 70 toneladas de peso vivo por hectárea (Hardy, 1991). El cultivo de *P. yessoensis* en el fondo produce ahora 182000 toneladas de peso vivo y supera a la producción de los sistemas suspendidos (Ikenowe y Kafuku, 1992), ya que representa el 55% de la producción total de Japón.

El cultivo en suspensión se inició en 1970, alcanzando un nivel comercial entre 1977 a 1984, cuando se atribuyó más del 80% de los desembarcos de Hokkaido. El cultivo en suspensión abarca actualmente 16000 Km² de superficie tan solo en la Bahía de Mutsu. En el año de 1984, la técnica basada en la perforación de una aurícula para colgar al organismo de cuerdas flotantes se adjudicó el 60% de la producción. Este sistema produce más biomasa en menor tiempo y con menor inversión, en relación con otras técnicas de cultivo en suspensión, como las canastas y linternas.

En la actualidad, el costo de producción promedio para un acuacultor japonés es de un 30% de sus ingresos brutos. El perfeccionamiento del colector y las prácticas de repoblación han permitido mantener costos mínimos de obtención de semilla y el cuidado del medio ambiente ha contribuido a que los organismos tengan un crecimiento excelente.

La organización comunitaria ha sido factor clave del éxito; los productores de cooperativas aportan un 4% de sus ingresos globales al gobierno de la prefectura que regula y apoya la actividad con investigaciones científicas para la detección de larvas en el plancton y la medición de parámetros ambientales mediante cinco unidades de monitoreo automático ancladas en el fondo de la Bahía Mutsu.

Perú

El cultivo de pectínidos en Perú ha surgido en asociación a la captura. Los pescadores de *Chlamys purpurata* (*Argopecten purpuratus*) venden a los acuacultores los juveniles y preadultos capturados que no cumplen con la talla mínima de captura fijada por las autoridades y un tiempo después son contratados por éstos para realizar la cosecha, toda vez que la técnica predominante es el cultivo en fondo. Los juveniles de 3 cm alcanzan una talla legal de 7 cm en un período de seis meses. En 1980 se iniciaron las investigaciones sobre los aspectos reproductivos del desove y fijación larval, con el propósito de determinar la factibilidad de captar semilla silvestre en colectores. Los resultados fueron positivos y hoy se realiza el cultivo suspendido en linternas, directamente sobre las áreas concesionadas donde también se realiza el cultivo en fondo.

Canadá

La escalopa *Placopecten magellanicus* ha sido objeto de extensos e intensivos programas de investigación para lograr su cultivo, habiéndose determinado que la captación de semilla silvestre es muy incierta, con rendimientos inferiores a 1200 semillas por colector. En 1988 se logró producir el primer lote de 80000 semillas en el laboratorio pero se tuvieron problemas de supervivencia durante el invierno. Existen otras especies nativas como la escalopa veleta *Patinopecten caurinus*, la escalopa de roca *Crassadoma gigantea*, la escalopa rosa *Chlamys rubida* y la escalopa espinosa *Chlamys hastata*, que han sido objeto de investigaciones, tanto para ver la posibilidad de captar semilla silvestre, como para producirla en el laboratorio. Ha sido muy difícil captar semilla silvestre pero los resultados en el laboratorio son prometedores. Los actuales

programas de investigación y desarrollo están dirigidos al cultivo de la escalopa espinosa *C. hastata*, junto con la recién introducida escalopa japonesa *P. yessoensis*.

Reino Unido

En este país se vienen realizando esfuerzos importantes para desarrollar el cultivo comercial de la escalopa nativa *Pecten maximus* porque, desde 1988, las existencias naturales han declinado abruptamente. Las investigaciones sobre la incidencia espacio-temporal de larvas y semilla tienen más de 10 años y ya se tiene información sobre los sitios potenciales para el establecimiento de proyectos de cultivo razonablemente viables. Se han realizado cultivos suspendidos en linternas japonesas y se encontraron muy costosas, ya que mientras *P. yessoensis* alcanza la talla comercial de 10 cm en dos años y medio, la especie nativa tarda cuatro años. También se utilizó, con muy buenos resultados, el sistema de cultivo en suspensión mediante perforación de la aurícula, completando el esquema de Mutsu con el desarrollo de cultivos en fondo. Finalmente, se ha decidido canalizar las inversiones a mejorar las técnicas de engorda y a la producción de semilla en el laboratorio.

Tasmania

Tal como ha sucedido en otros países, la sobreexplotación pesquera ha sido el mejor aliado para incrementar el interés en la acuicultura de pectínidos y, en este caso, las investigaciones se han dirigido a la escalopa nativa *Pecten fumatus*. Se han estudiado las concentraciones de larvas, períodos de fijación, crecimiento y supervivencia de la semilla y se ha concluido que, aunque existen las bases para desarrollar una industria acuícola, existen variaciones interanuales en disponibilidad de semilla silvestre, porque igual se pueden captar de 400 a 500 semillas en promedio que un máximo de 1000 semillas por colector.

Francia

La tradicional captura de *Pecten maximus* en aguas francesas ha decaído sensiblemente, al igual que la disponibilidad de larvas en el plancton; y por esta razón, las autoridades aplicaron un impuesto al dragado de escalopas, para formar un fondo económico reforzado con inversión gubernamental, para iniciar un amplio programa de repoblación, con la idea de formar bancos de reproductores que pudieran contribuir a la recuperación del recurso. La situación es tan grave que la semilla silvestre ha tenido que importarse, por lo que se han construido centros productores de semilla. Los juveniles preengordados de un año se propagan en áreas predeterminadas y al cabo de dos años alcanzan la talla comercial. El éxito que se ha tenido en los laboratorios productores de semilla ha sido tal que la importación de semilla es decreciente. Este modelo es, en esencia, muy similar al modelo japonés y está siendo observado con un interés creciente por otros países donde la sobreexplotación pesquera también ha reducido de manera dramática las poblaciones naturales de pectínidos.

TECNOLOGÍA DE CULTIVO DE ALMEJA CATARINA EN BAJA CALIFORNIA SUR

A partir del análisis de las múltiples experiencias de cultivo de la almeja catarina en Baja California Sur, a lo largo de los últimos 20 años, se pueden distinguir cuatro tipos de actividades:

- Proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.
- Proyectos de extensionismo y propagación de semilla.
- Proyectos piloto desarrollados por productores privados y cooperativas.

- Proyectos comerciales desarrollados por empresas privadas.

Los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y repoblación han sido desarrollados principalmente por dependencias gubernamentales y centros de docencia e investigación, aunque algunos productores privados y cooperativistas también han efectuado actividades de cultivo y repoblación.

Los proyectos de cultivo a nivel piloto han sido desarrollados por personas físicas, cooperativas y empresas productoras dedicadas a la actividad pesquera, para cumplir con una normatividad que condiciona la captura del recurso almeja catarina a la realización de actividades acuícolas.

AVANCES EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

El cultivo experimental de la almeja catarina *Argopecten circularis* en el estado de Baja California Sur se inició hace 20 años, con el proyecto de cultivo de moluscos desarrollado por Esteban Félix-Pico y colaboradores, en la Oficina de Acuicultura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la que después de varios años ha pasado a ser el Departamento de Acuicultura de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y los trabajos técnicos dirigidos al cultivo de la especie han tenido continuidad hasta la fecha.

Las investigaciones han sido integradas en diversas publicaciones del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN (Tripp-Quezada, 1985; Félix-Pico, 1985; Félix-Pico *et al.*, 1989; Félix-Pico, 1991; Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993; Mazón-Suástegui, 1995 a, b, c; entre otros); de la Universidad Autónoma de Baja California Sur U.A.B.C.S. (Cáceres-Martínez *et al.*, 1987, 1991 a, b; Ramírez-Filippini *et al.*, 1990; Rangel-Dávalos, 1990; Ruiz-Verdugo y Cáceres-Martínez, 1990, 1991; Chávez-Villalba y Cáceres-Martínez, 1992; Lango-Reynoso, 1994; entre otros); del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste CIBNOR, S.C. (Hernández-Llamas, 1990; Hernández-Llamas y Gómez-Muñoz, 1989; Mazón-Suástegui, 1990; Mazón-Suástegui *et al.*, 1991; Maeda *et al.*, 1990, 1993; Maeda-Martínez y Ormart-Castro, 1993), del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar CETMAR-La Paz (Coronel-Solórzano *et al.*, 1987) y de la SEMARNAP (Amador-Buenrostro, 1978; Avilés-Quevedo, 1990; Avilés-Quevedo y Muciño-Díaz, 1987 a, b; Avilés-Quevedo *et al.*, s/f; Massó-Rojas y Peña-Ramírez, s/f; Hernández-Llamas y Singh-Cabanillas, 1988; Vicencio y Singh-Cabanillas, 1988, entre otros).

MÉTODOS DE CULTIVO

Colecta de semilla silvestre

Durante 20 años se ha venido practicando y evaluando la captación de semilla silvestre en colectores artificiales para el cultivo experimental de *A. circularis* en diferentes lagunas costeras de Baja California Sur. El primer tipo de colector utilizado fue bolsas de malla anchovetera de desecho con ramas de un arbusto nativo conocido como "chivato". Posteriormente la malla se substituyó con costales cebolleros y ramas de otro arbusto conocido como "chamizo". A la fecha el modelo de colector más utilizado es el costal cebollero con mallas sintéticas en su interior, ya que la SEMARNAP ha prohibido el uso de arbustos.

Producción de semilla en el laboratorio

Los esfuerzos institucionales de investigación se han canalizado de manera importante al desarrollo de tecnologías específicas para la producción de semilla de *A. circularis* en el laboratorio. Las primeras publicaciones sobre el tema provienen del Centro Regional de

Investigación Pesquera CRIP-La Paz (Avilés-Quevedo y Muciño-Díaz, 1987a, 1987b) y del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (Coronel-Solórzano *et al.*, 1987).

En el año de 1988 se obtuvo el primer lote experimental de 20000 semillas de almeja catarina en el Centro de Investigaciones Biológicas hoy CIBNOR, S.C. (Maeda *et al.*, 1990) y la primera producción piloto de 325000 semillas en el Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, B.C.S., propiedad de SEPESCA, hoy SEMARNAP (Mazón-Suástegui, 1988a; 1995c; Mazón-Suástegui *et al.*, 1991).

En la metodología de producción desarrollada en el CIBNOR S.C. se obtuvo semilla "suelta" de almeja catarina. Los reproductores se maduraron e indujeron a desovar por medio de estimulación química y tanto la fijación larval como la preengorda de semilla se llevaron a cabo en tamices con flujo de agua de mar filtrada y esterilizada en circuito cerrado, con suministro continuo de microalgas cultivadas dentro del laboratorio. Las semillas se destinaron a un cultivo experimental para desarrollar una tecnología integral (Maeda *et al.*, 1990).

En la metodología de producción desarrollada en el Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena se obtuvo semilla "suelta" y semilla "fijada" en colectores. Los reproductores se maduraron e indujeron a desovar mediante estimulación térmica. Se utilizaron cuatro variantes de fijación larval, incluida la utilización de tamices con flujo abierto de agua de mar filtrada y microalgas, con o sin sustratos colectores de malla tubular de plástico tipo "Véxar"^(MR). El método de fijación más efectivo resultó ser la introducción de los "colectores" directamente en los tanques de cultivo larval. Para la preengorda de semilla "suelta" se utilizaron "cilindros de surgencia" ("upwellers") con flujo continuo, abierto y ascendente de agua de mar sin filtrar. La semilla "fijada" en las mallas colectoras se preengordó en los mismos tanques de cultivo larval, en cilindros de surgencia y en piletas y tanques con flujo descendente ("downwelling"), donde se les suministró alimentación a base de microalgas y recambio continuo o periódico de agua de mar. La semilla fijada a la pared de los tanques de cultivo larval fue desprendida con una brocha fina y preengordada en cilindros de surgencia (Mazón-Suástegui, 1988-a; 1995a; 1995c, Mazón-Suástegui *et al.*, 1991).

Las semillas producidas en el laboratorio de Bahía Magdalena se donaron para cultivo experimental a seis grupos acuacultores de diferentes localidades del estado, desde Bahía Tortugas a La Paz B.C.S., pero no fue posible llevar a cabo un seguimiento técnico de los resultados de la engorda por parte de la SEPESCA.

El concepto tecnológico de la fijación larval en mallas colectoras colocadas en los mismos tanques de cultivo de larvas (Mazón-Suástegui, 1988a, 1995a, 1995c), ha sido aplicado por el CIBNOR S.C. para almeja catarina (Maeda-Martínez, 1993), por la UABCS para almeja catarina y mano de león *Lyropecten subnudosus* (com. pers. Cáceres-Martínez, 1995¹), por la empresa Grupo Mazavi Acuacultores Asociados S. de R. L. de C.V. para almeja catarina y por el Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora (CREMES) para producción experimental de semilla de mano de león *L. subnudosus* y para la producción comercial de semilla de almeja catarina.

En 1994 la empresa Grupo Mazavi produjo cerca de 300000 semillas de almeja catarina en el laboratorio, en la ciudad de La Paz, B.C.S. y llevó a cabo una preengorda experimental en un estanque de la granja camaronera de Playa Eréndira, propiedad de la empresa Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V. Durante el experimento se presentaron grandes mortalidades a causa de las altas temperaturas y reducciones drásticas en el contenido de oxígeno disuelto en el agua de la estanquería y, de manera sobresaliente, por la gran cantidad de material orgánico e inorgánico que

¹ Carlos Cáceres-Martínez, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S.

se pone en suspensión con la operación de los aireadores de paleta, que por otro lado, resultan indispensables para compensar decrementos nocturnos de oxígeno disuelto en el agua.

Con todo, las investigaciones más consistentes y duraderas encaminadas al desarrollo de una tecnología comercial para la producción de semilla de almeja catarina se han realizado en el CIBNOR, S.C. por el Dr. Alfonso Maeda y colaboradores. Desafortunadamente, a la fecha no se ha validado una tecnología comercial que asegure un suministro suficiente y oportuno de semilla durante todo el año, a un precio competitivo. El avance más importante en la producción comercial corresponde al CREMES, de Bahía Kino, Son., que tampoco puede ofrecer un suministro permanente. Este laboratorio ofrece semilla de 2 mm fijada en mallas de plástico, a \$5.00 el millar, pero sin la periodicidad requerida, debido a la poca demanda existente (Maeda-Martínez y Ormart-Castro, 1993).

AVANCES EN REPOBLACIÓN: Modelo Bahía Concepción

Dado el interés oficial de promover una "pesca responsable" para un "desarrollo sustentable" apoyado en la acuicultura, a partir de julio de 1987 se condiciona la captura de almeja catarina a la realización de actividades de cultivo, mediante un acuerdo de ley específico que sólo se aplica en el estado de Baja California Sur. A partir de 1992, SEPESCA estableció un "Programa de Acuicultura y Explotación Controlada del Recurso Almeja Catarina en Bahía Concepción, B.C.S.", con objeto de regularizar las actividades acuícolas en ese cuerpo de agua, pues ya se habían venido realizando algunas prácticas de semi-cultivo en el mismo. En función de los resultados esperados, se proyectaba aplicar este "modelo" en otros cuerpos de agua del Estado.

Durante los años de 1988 a 1990 y coincidiendo con una "explosión" natural de las poblaciones silvestres, algunos permisionarios de pesca iniciaron cultivos de almeja catarina en localidades específicas de Bahía Concepción, técnicamente apoyados por personal del Departamento de Acuicultura de SEPESCA. La técnica empleada consistió en la liberación, al voleo, de grandes cantidades de semilla pequeña de 8 a 12 mm captada en colectores artificiales de costal cebollero con ramas de "chamizo" y otros arbustos nativos en su interior. Como resultado de estos trabajos se establecieron poblaciones importantes de almeja catarina en sitios donde no existía el recurso o su presencia era muy limitada y algunos acuacultores obtuvieron "cosechas" importantes (com. pers. Bojórquez-Verástica, 1995²).

Los resultados obtenidos motivaron el interés del sector productivo, tanto de permisionarios de pesca como de cooperativas pesqueras y ante la necesidad de propiciar un desarrollo ordenado de la acuicultura, las autoridades consideraron conveniente iniciar un Programa Acuícola en la Bahía Concepción, con la idea de medir su efectividad y, en caso positivo, aplicarlo en otros cuerpos de agua del Estado donde también se advertía una sobreexplotación del recurso.

El programa se inició mediante convocatoria pública de SEPESCA, para constituir un padrón de acuacultores entre los permisionarios, empresas y cooperativas usuarias de permisos para la captura de almeja catarina. Se realizaron los estudios previos de ordenamiento para delimitar bancos naturales, áreas para instalación masiva de colectores, áreas de repoblación donde se propagaría una parte de la semilla captada y preengordada a una talla de 2 a 3 cm, áreas totalmente restringidas para la actividad acuícola y áreas concesionables para establecer cultivos comerciales.

Una vez constituido el padrón se procedió a establecer una Normatividad Acuícola, que establece la instalación de un cierto número de colectores por acuacultor, la obligación de preengordar la semilla y finalmente liberarla en las áreas de repoblación. El mayor avance del

² Guadalupe de Jesús Bojórquez-Verástica, Depto. de Acuicultura, SEMARNAP, La Paz, B.C.S.

Programa ha sido la asignación de más de 75 "parcelas de cultivo" de 20 hectáreas, distribuidas en ambas costas de la bahía y separadas entre sí por "áreas de amortiguamiento". Actualmente el programa continúa, aún a costa de una participación decreciente de los usuarios y sin un adecuado seguimiento y estricta evaluación oficial de resultados; principalmente por falta de recursos económicos.

MÉTODOS DE CULTIVO: Modelo Bahía Concepción

La metodología seguida en Bahía Concepción se resume en lo siguiente:

Captación de semilla silvestre

El principal desove masivo de la almeja catarina se presenta en los meses de febrero-marzo. La captación de semilla silvestre se basa en el ciclo biológico de la especie. Después de 12-14 días de vida libre las larvas pedivéliger buscan donde fijarse y el colector les brinda un sustrato adecuado y protección de sus depredadores. Los colectores de costal cebollero, tradicionales en Baja California Sur, se suspenden en "líneas largas" flotantes, comúnmente fabricadas con cabo de polipropileno de media pulgada y boya atunera de desecho en la que se introduce el cabo. Las líneas son ancladas al fondo con "muertos" de concreto o con bolsas de malla atunera llenas con roca playera, dejando un descuello de 15 a 20 metros de cabo entre cada extremo flotante de la línea y su anclaje.

Propagación y/o siembra de semilla

Se entiende por "desgrane" la actividad de desprender la semilla de los colectores y, de acuerdo con el procedimiento tradicional, consiste en sacudirlos directamente sobre el área de siembra cuando la semilla tiene una talla de 6 a 10 mm. Como alternativa para incrementar la supervivencia de la semilla proveniente del desgrane manual, algunos productores utilizaron un catamarán o plataforma de trabajo donde los obreros trabajaron con el agua a la cintura y colocaron la semilla en contenedores flotantes de malla plástica con libre intercambio de agua, evitando por completo la exposición de la semilla al aire y al sol y se elevó sensiblemente la supervivencia.

A partir del establecimiento del Programa Acuícola de Bahía Concepción, se acordó establecer una talla mínima de repoblación de 2.5 cm y ésto hizo indispensable la fase de preengorda en otras artes de cultivo diferentes al colector de costal cebollero, porque normalmente la semilla grande se desprende del sustrato al que se ha fijado y se acumula en el fondo de los costales, causando frecuentemente cuantiosas mortalidades. La preengorda de semilla incrementó los costos y desincentivó la participación de los acuacultores.

Preengorda

La preengorda es una primera etapa en el cultivo y tiene por objeto hacer crecer la semilla pequeña a una talla manejable. La preengorda no es necesaria para la semilla grande, que a menudo se puede obtener de los colectores, pero es indispensable para la semilla de laboratorio (3 a 7 mm) y permite obtener juveniles más grandes, resistentes al manejo y al ataque de sus depredadores, incrementando así sus expectativas de desarrollo a la talla comercial, tanto en la engorda como en la repoblación.

Los acuacultores de Bahía Concepción han realizado la preengorda de semilla de almeja catarina, principalmente en canastas ostioneras y directamente sobre el fondo marino, en áreas protegidas con cercos flexibles de malla anchovetera que cubren toda la columna de agua. También, se han utilizado linternas cilíndricas manufacturadas con costales cebolleros y

entrepaños a base de aros de alambre galvanizado y malla-sombra que han permitido tanto la captación como la preengorda de la semilla en una sola operación.

Se ha propuesto utilizar colectores de "autosiembra" abiertos en su parte inferior en los que la semilla fijada se puede ir desprendiendo naturalmente de acuerdo a su tamaño, eliminando por completo la preengorda que implica mayores costos y mayores riesgos de mortalidad por manejo. La empresa Grupo Mazavi ha desarrollado prototipos de colectores de autosiembra y al parecer funcionan adecuadamente, sólo que se dificulta evaluar sus resultados en pequeña escala. La instalación masiva de estos colectores podría tener resultados muy positivos en la repoblación del recurso pero, para efectos de la administración pesquera, resulta conflictivo definir el régimen de "propiedad" del recurso así propagado, tanto en la engorda como en la repoblación.

Cosecha

El crecimiento de la almeja catarina en cultivo es de alrededor de 0.5 cm mensuales en promedio, de manera que la talla legal de captura de 56 mm puede lograrse en 10 a 12 meses de cultivo. Los colectores se instalan durante febrero y marzo y la semilla se desgrana en el mes de mayo, de modo que la cosecha puede realizarse en diciembre-enero. Sin embargo, los acuicultores de Bahía Concepción esperan que pase el primer desove masivo y cosechan hasta abril o mayo, cuando la almeja se recupera, es decir, 11 meses después de la siembra.

La cosecha en los semi-cultivos se realiza manualmente mediante buceo semiautónomo. La almeja se lleva a tierra para su procesamiento primario en "mataderos" que deben ser construídos de acuerdo a las Normas de Calidad Sanitaria del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos. La técnica usual para el "desconche" implica la separación manual del músculo o "callo", dejando adherido a la concha el manto u "olán", la gónada y el estómago, que por disposición de la SEMARNAP y la Secretaría de Salubridad y Asistencia, debe depositarse lejos del sitio de cultivo y procesamiento, en zanjas o trincheras de relleno sanitario.

PROYECTOS PILOTO DE CULTIVO

Como resultado del Programa Acuícola de Bahía Concepción, se han desarrollado dos proyectos piloto cuya característica principal ha sido, por un lado la permanencia de los promoventes en su parcela asignada y la realización en la misma de todas las actividades inherentes al cultivo, es decir, la captación de la semilla, la preengorda y la siembra o propagación. Uno de los promoventes ha sido la Unión de Permisionarios de Mulegé, presidida por el Sr. Armando Naranjo y el otro la empresa Grupo Mazavi Acuicultores Asociados, S. de R. L. de C.V.

La Unión de Permisionarios de Mulegé utiliza el sistema tradicional de colecta de semilla y su propagación al voleo, sólo que lleva a cabo una preengorda de la semilla pequeña en cercos de malla anchoyetera de desecho, con boya atunera en la parte superior y lastre de cadena en la relinga inferior. Una vez que los juveniles alcanzan la talla de 3 cm, el cerco se levanta y la almeja se redistribuye por sí sola, ocupando el área que sus propios requerimientos le demandan. A partir de este momento, y hasta la cosecha, se realizan muestreos para determinar el crecimiento y mortalidad y se realiza un monitoreo de la población para registrar eventuales desplazamientos fuera del área de siembra.

La empresa Grupo Mazavi ha venido realizando, desde 1992, un proyecto experimental- piloto con semilla silvestre captada en "colectores-preengordadores" o colectores tipo "linterna" que en un período de 10 a 12 semanas producen juveniles de 2.5 a 3 cm. Con el uso de estas artes de captación, Mazavi elimina por completo la necesidad de una etapa de preengorda de semilla a la

talla juvenil, reduciendo costos en materiales y mano de obra y abatiendo la mortalidad por manejo de la semilla, que es especialmente delicada.

Los juveniles son "desgranados" del colector y transferidos directamente a bolsas de engorda de 1m² construídas con malla de plástico tipo "piso avícola" que se unen formando "trenes de cultivo". Los trenes de cultivo de Mazavi constan de 10 bolsas y se asientan directamente sobre el fondo marino, se cargan una sola vez con la densidad final de cultivo y se voltean periódicamente para eliminar los epibiontes que normalmente se fijan en la cara superior expuesta. Otro sistema de engorda utilizado por Mazavi son las jaulas o "Confinamientos Flexibles" de material sintético instalados en el fondo marino.

En la Unidad Pichilingue de la UABCS, en La Paz, B.C.S., se produce semilla de almeja catarina a nivel experimental/piloto y se cultiva bajo el esquema de "parques flexibles" de malla de nylon que cubren toda la columna de agua, lastrados al fondo con relinga plomada y suspendidos hasta la superficie con boya atunera de desecho (com. pers. Cáceres-Martínez, 1995³). El diseño de los parques flexibles es igual a los que se han utilizado para preengorda de semilla en Bahía Concepción. Anteriormente se habían venido utilizando los parques modulares de varilla y malla de plástico (Cáceres-Martínez *et al.*, 1987, Ramírez-Filippini *et al.*, 1990).

Los técnicos del Departamento de Acuicultura de SEMARNAP han llevado a cabo, durante los años de 1994 y 1995, un proyecto de repoblación siguiendo este mismo procedimiento, utilizando materiales aportados por los miembros del padrón acuícola de Bahía Concepción y con la participación de estudiantes e investigadores del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN.

Finalmente, en la costa del Pacífico se han desarrollado algunos proyectos piloto, tanto por permisionarios de pesca del sector privado, en el área de Puerto San Carlos, B.C.S., como por sociedades cooperativas, financiadas con fondos del Programa Nacional de Empresas en Solidaridad PRONAES, en la zona de Santo Domingo y Puerto Adolfo López Mateos, B.C.S. Los resultados técnicos han sido muy favorables en algunos casos, pero ha faltado continuidad en los trabajos.

PROYECTOS COMERCIALES

El primer proyecto comercial de cultivo se desarrolló en la costa del Golfo de California, en la Ensenada de La Paz, frente al poblado "El Comitán" y fue ejecutado por la empresa Cultivos Marinos de Baja California, S.A. de C.V. (CULTIMAR) durante 1980 y 1981.

El objetivo inicial de CULTIMAR fue el cultivo en suspensión de almeja catarina en canastas ostioneras con dependencia total de la captación de semilla silvestre, pero en virtud de que la sobreexplotación del recurso hacía inseguro el suministro de este insumo, se decidió modificar el proyecto para incluir la producción de semilla en el laboratorio y para ello se establecieron contactos con empresas internacionales que pudieran asegurar el suministro a lo largo del año. Las metas de producción del proyecto comercial eran de 50 toneladas para el primer año y un incremento progresivo hasta lograr 250 toneladas anuales al sexto año de operación (Siewers, 1982). La compañía dejó de operar, entre otras causas, por insuficiencia en el suministro de semilla, problemas de contaminación en la Ensenada de La Paz y falta de liquidez por algunas dificultades en la comercialización del producto enlatado.

En años recientes, en la costa sudcaliforniana del Pacífico, en el estero Rancho Bueno, B.C.S., inició sus operaciones la empresa Cultivos Técnicos del Mar Sudcaliforniano, S.A. de C.V. (CULTEMAR). La empresa fue incubada en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

³ Carlos Cáceres-Martínez, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S.

S.C. con el objetivo inicial de escalar y aplicar comercialmente la tecnología de ciclo completo con producción de semilla en laboratorio, desarrollada en el CIBNOR para el cultivo integral de la almeja catarina *A. circularis*. CULTEMAR es hoy la única empresa que está cultivando almeja catarina a nivel comercial en el país y su estrategia operativa se ha basado en la producción piloto de semilla en las instalaciones del CIBNOR, S.C., en la compra de semilla al CREMES de Bahía Kino, Sonora y, principalmente, en la captación de semilla silvestre en colectores tradicionales tipo "costal cebollero". Para la preengorda de semilla y engorda de juveniles, la empresa utiliza canastas ostioneras de plástico y malla tubular de fabricación nacional, aplicando una tecnología patentada por el CIBNOR, S.C.

EL MODELO COMERCIAL DE CULTIVO INTENSIVO

A partir de la experiencia CIBNOR-CULTEMAR, se ha definido un modelo productivo para su promoción en el medio empresarial, consistente en un cultivo de ciclo incompleto que tiene una duración de 12 meses. Este modelo requiere de una concesión acuícola de 150 hectáreas para la colocación de 60 tubos de preengorda y 920 tubos de engorda, con los cuales se obtiene una producción de 11 millones de almejas con un peso promedio de 61 gramos y una talla promedio de 55 mm, para una producción anual de 671 toneladas de peso en concha. El modelo comprende cuatro etapas de desarrollo que se describen a continuación (BANCOMEXT-SEMARNAP, 1995).

Captación de Semilla silvestre

La semilla silvestre se capta en colectores de costal cebollero que se instalan suspendidos en el mar durante los meses de febrero a mayo, obteniéndose en promedio 1000 semillas por costal. Dos meses después la semilla es extraída con un cosechador mecánico especialmente diseñado para este propósito.

Preengorda

La semilla se selecciona de acuerdo a su talla y posteriormente se coloca en tubos de preengorda de 50 metros de longitud a densidades de 280000 organismos por tubo y ahí permanecen por espacio de cuatro meses. Durante este tiempo se realizan "clareos" o reducciones graduales de densidad, con una periodicidad mensual. Al finalizar esta etapa se obtienen juveniles de aproximadamente 3 cm de longitud, aptos para comenzar la fase de engorda. La supervivencia durante la preengorda es del 82%.

Engorda

Los juveniles de 3 cm son sembrados en tubos de engorda en el fondo del mar, donde permanecen siete meses. La densidad de engorda es de 14400 almejas por tubo. Al finalizar la etapa de engorda las almejas alcanzan una talla comercial de 5.5 a 6.0 cm de longitud. La supervivencia durante la engorda es del 80%.

Cosecha, desconchado y empaque

La cosecha consiste en subir a bordo de una embarcación el tubo que contiene las almejas y vaciarlas en los cajones de la lancha para su transporte a las instalaciones en tierra, donde se realiza la separación manual del músculo o "callo".

I.C. MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD

Para llevar a cabo la captura y la acuicultura de la almeja catarina se requiere de autorizaciones, permisos y concesiones. Las autorizaciones se enfocan a permitir la realización de actividades específicas en tiempos relativamente cortos. La vigencia de los permisos es de hasta cuatro años. Las concesiones tienen una duración mínima de cinco años, y máxima de 20 años en el caso de las capturas, y son renovables por períodos iguales al originalmente otorgado. Las concesiones acuícolas son requeridas únicamente cuando se vayan a utilizar terrenos o aguas de jurisdicción federal y son transferibles previa autorización de las entidades de gobierno que correspondan, tienen una duración de hasta 50 años y son renovables hasta por el mismo período asignado.

Existe un acuerdo de ley publicado en el Diario Oficial de la Federación (1987) que condiciona la captura de la almeja catarina silvestre a la realización de actividades de repoblación y una Norma Oficial Mexicana de repoblación que se encuentra vigente a partir de 1993, que entre otras cosas especifica que la semilla propagada deberá tener una talla de 2.5 cm.

El marco legal vigente en México fue conceptualizado con la idea de promover la producción pesquera y la acuicultura, mediante la simplificación de las leyes, reglamentos y normas vigentes. Se ha buscado el propósito de dar certidumbre jurídica al inversionista bajo un ordenamiento transparente, sencillo y claro, así como fomentar un mayor flujo de recursos al sector pesquero para incrementar su participación en la economía nacional.

La participación extranjera en la actividad pesquera y acuícola puede ser de hasta un 49% en las empresas de captura y de hasta el 100% en las empresas de acuicultura y en las actividades de industrialización, comercialización y distribución. En lo que se refiere a las cuestiones tributarias existe una exención del 50% en el Impuesto sobre la Renta, para personas físicas, empresas privadas y sociedades cooperativas dedicadas exclusivamente a la acuicultura y se contempla la devolución del Impuesto al Valor Agregado cuando el productor acuícola paga aranceles sobre insumos. Adicionalmente, se permite la depreciación acelerada hasta por el 62% de la inversión inicial en infraestructura y hasta el 89% en maquinaria y equipo que se utilizan en la actividad pesquera.

I.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

CARACTERIZACIÓN DE LOS ACUACULTORES

La almeja catarina *A. circularis* nunca ha sido una especie reservada al sector social pesquero, como es el caso del ostión y la almeja pismo *Tivella stultorum*, sino que ha sido capturada y cultivada tanto por permisionarios de pesca del sector privado, como por pescadores organizados en sociedades cooperativas.

VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN

En la tabla 1 se muestran las cantidades de semilla producidas y captadas del medio natural, así como la producción de carne de almeja catarina proveniente del semicultivo/repoblación y del cultivo intensivo en sistemas controlados, a partir de información oficial de SEMARNAP y de otras fuentes y experiencias personales del autor. Destaca en el mismo, la producción de 180 t de almeja entera en sistemas intensivos de cultivo durante el ciclo 1994-1995, por parte de la empresa

CULTEMAR. El valor de la producción de almeja (carne) para el período 1988-1995 se presenta en la tabla 2.

Tabla 1.- Volúmenes de producción acuícola de almeja catarina en Baja California Sur para los años 1988-1995 (tomado de la Delegación Federal de la SEMARNAP en B.C.S.).

Año	Almeja entera (t)	Semilla silvestre (millones de piezas)
1988	14.40	0.34 (a,c)
1989	29.70	60.00
1990	1800.00	92.00
1991	576.00	478.00
1992	72.00	172.00
1993	46.80	2.00
1994	13.04 (f)	0.37 (a,d)
	40.7 (g)	0.40 (a,e)
1995	180.00 (b,g)	-

Tabla 2.- Valor de la producción acuícola de almeja catarina (en miles de pesos) en Baja California Sur para los años 1988-1995 (tomado de la Delegación Federal SEMARNAP en B.C.S.).

Año	Almeja (Carne)
1988	40.0
1989	82.5
1990	5000.0
1991	1600.0
1992	200.0
1993	130.0
1994	1017.5
1995	460000.0

- (a) Semilla producida en Laboratorio
- (b) Semilla silvestre captada en colectores
- (c) Centro Bahía Magdalena SEMARNAP
- (d) Grupo MAZAVI
- (e) CIBNOR, S.C.
- (f) Propagación y repoblamiento
- (g) Sistemas controlados

UNIDADES DE PRODUCCIÓN

Desde 1989 a 1992 se desarrollaron 10 proyectos piloto/comerciales de repoblación/semicultivo en Bahía Concepción, B.C.S., y con el establecimiento del "Programa de Acuicultura y Explotación Controlada del Recurso Almeja Catarina en Bahía Concepción", el número de proyectos se elevó a más de 100 acuacultores potenciales en ese cuerpo de agua y alrededor de 30 solicitantes para la zona de Puerto San Carlos y Puerto Adolfo López Mateos, B.C.S., donde inclusive se desarrollaron proyectos piloto de cultivo financiados por PRONAES.

Sin embargo, a la fecha, la actividad acuícola de semicultivo y repoblación ha decaído sensiblemente por la grave situación de crisis económica y falta de inversión en el sector pesquero, el abatimiento por sobrepesca de los bancos naturales proveedores de semilla silvestre y el desánimo de los repobladores potenciales porque las presiones sociales han obligado a SEMARNAP a extender permisos de captura sin el estricto cumplimiento de la Norma Oficial que exige la realización previa de trabajos acuícolas de repoblación.

Como contraparte, el cultivo intensivo se ha venido desarrollado de manera creciente y técnicamente exitosa a partir de 1994. De acuerdo con el Departamento de Acuacultura de SEMARNAP, en el año de 1995 la empresa CULTEMAR, S. A. de C.V., incubada en el CIBNOR, S.C., produjo 180 toneladas de almeja catarina entera en la localidad de Rancho Bueno, B.C.S.

I.E. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

La almeja catarina se caracteriza por tener un músculo de exquisito sabor y textura, con gran aceptación para el consumo en el mercado nacional y extranjero, ya sea crudo o cocinado. Este es el principal producto comercializable y se conoce en el país como "callo de almeja catarina" y en los Estados Unidos de América como "scallop". Se comercializa principalmente fresco-enhielado. La masa visceral completa (callo, olán y gónada), se comercializa precocida y a nivel local se le conoce como "almeja catarina precocida" o "almeja catarina de olán". Ambos productos se comercializan enhielados o congelados.

Callo de almeja catarina

El desconchado de la almeja se realiza por "matadores" expertos que rinden un promedio de 30 kg de callo/día. El producto se enjuaga con agua de mar en cernidores de madera y malla metálica y en cubetas de plástico con múltiples perforaciones y se empaqueta en bolsas de polietileno, que algunas veces tienen impresa la leyenda "Scallops, product of México". Las bolsas se mantienen en hieleras, formando capas sobrepuestas alternadas con hielo picado o molido, para su venta "en playa" a los compradores intermediarios o comisionistas.

De acuerdo a los requerimientos del mercado se necesitan plantas de procesamiento donde se pueda lavar el producto con agua y hielo potables para su congelamiento individual o en bloque. Con este tratamiento, el callo recupera en gran medida los líquidos perdidos e incluso se eliminan algunas impurezas y se mejora la presentación, obteniendo así un producto más blanco y turgente. Generalmente es el intermediario quien realiza esta maquila y empaque, ya sea en el país o en los E.U.A., lo cual le representa un incremento en sus ganancias porque el callo se hidrata y aumenta de peso. La hidratación del callo de pectínidos se permite y regula por la ley sanitaria en los E.U.A.

En su empaque final las bolsas deben tener una leyenda impresa con el nombre del productor, descripción y origen del producto, permisos y autorizaciones oficiales, etc., lo que generalmente no realizan los permisionarios y cooperativas locales, ya que el comprador intermediario de playa que exporta el producto realiza las compras a granel o utiliza su propio empaque.

Almeja precocida o almeja de olán

La "almeja catarina precocida" es un producto local de gran aceptación regional que incluye el músculo o callo, el manto u olán y la gónada o hueva. Para esta presentación se retira de la concha todo el cuerpo del animal. Una vez enjuagada con agua de mar, la almeja se coloca en tinas metálicas con agua de mar caliente a una temperatura aproximada de 70 °C para desprender el estómago, después de lo cual se escurre, se enfría y se enjuaga con agua de mar.

Productos sustitutos

El callo de almeja catarina y la almeja catarina precocida no tienen sustitutos, pero otras especies como la almeja voladora *Pecten vogdesi*, la mano de león *Lyropecten subnudus*, la

concha espina *Spondylus calcifer*, el hacha larga *Pinna rugosa* y el hacha china *Atrina maura*, compiten con el callo de almeja catarina bajo el rubro general de "scallops" en el mercado internacional.

Subproductos

De acuerdo al procedimiento tradicional de desconchado, el principal subproducto es la "concha-olán-gónada", cuyo destino son las fosas de relleno sanitario. El actual sistema de desconche implica por lo tanto el uso de maquinaria pesada e impide obtener tres "subproductos individuales" utilizables.

Una vez retirado el callo, las partes blandas pueden utilizarse para elaborar cremas, sopas y embutidos de "olán" y gónada para consumo humano o la utilización del producto fresco o deshidratado, como forraje pecuario para aves y cerdos y como forraje acuícola para crustáceos y peces marinos.

La concha libre de vísceras, seca y quebrada, se podría destinar al acondicionamiento de caminos y áreas de maniobras en los campos pesqueros y acuícolas e incluso, una vez triturada, podría destinarse al acondicionamiento del fondo marino cuando el mismo no reúna los requisitos mínimos de granulometría y textura requeridos para el cultivo, o bien, para coadyuvar en la remineralización de los fondos con un alto contenido de materia orgánica debida a la hidrodinámica propia del cuerpo de agua o a la acumulación de detritus orgánico por los mismos organismos cultivados.

Algunas conchas de colores vistosos como naranja, rojo violeta, se utilizan en la fabricación de artesanías. Las conchas no utilizables en artesanías podrían usarse como fuente de calcio en dietas balanceadas para cultivos acuícolas y pecuarios y en la fabricación de cal.

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el callo fresco y la almeja precocida se distribuyen directamente a los consumidores locales en pescaderías y puestos ambulantes o en restaurantes. Algunas empresas y personas dedicadas a la compra-venta distribuyen el producto, principalmente en Tijuana, Distrito Federal, Monterrey, Guadalajara y, de manera muy importante para el "callo", en los Estados Unidos de América.

El callo de almeja catarina tiene una comprobada demanda nacional e internacional y amplia aceptación entre el público consumidor de todas las edades. En virtud de que no incluye las vísceras del organismo, cuando se maneja adecuadamente está libre de bacterias y otros microorganismos patógenos y ésta es una de las razones por las que penetra sin mayores problemas al mercado norteamericano y su demanda actual es prácticamente ilimitada, aunque ciertamente existe una gran competencia con los callos pequeños.

A futuro, puede esperarse una mayor penetración de productos similares provenientes de China, Korea y Sudamérica, lo cual en principio tendería a bajar la demanda norteamericana de callo mexicano. Sin embargo, nuestro producto es bastante apreciado por los consumidores y al acuacultor le queda la opción de producir semilla en laboratorio, programar sus siembras y cosechar durante todo el año, independientemente de las vedas oficiales al recurso silvestre.

La empresa CULTEMAR, S.A. de C.V. ha iniciado la comercialización del producto enlatado hacia el mercado de oriente y se espera que con ello se abran nuevos conductos para la nascente industria acuícola de Baja California Sur.

II. POTENCIAL DEL CULTIVO

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

ÁREAS DE CULTIVO DISPONIBLES

El Inventario Nacional de Cuerpos de Agua registra la existencia de 1.6 millones de hectáreas de aguas costeras protegidas susceptibles de aprovechamiento para la maricultura de ostión, almeja, mejillón, abulón y peces marinos (SEPESCA, 1990). El estado de Baja California Sur tiene una extensión territorial de 73767 kilómetros cuadrados, que representan el 3.7% del total nacional, cuenta con una vasta extensión de mar patrimonial, con un litoral de 2200 Km (aproximadamente 1500 Km sobre el Océano Pacífico y 700 Km en el Golfo de California) que contiene numerosas bahías y sistemas lagunares, que lo convierten en una de las entidades con mayor potencial pesquero del país. Por otro lado, existe también, un importante potencial acuícola derivado del gran número y extensión de sus cuerpos de agua costeros. Se calcula que existen 224000 hectáreas de lagunas costeras protegidas, equivalentes al 14.2 % del total nacional (SEPESCA y Gobierno del Estado de B.C.S., 1994).

De acuerdo con estimaciones preliminares de SEMARNAP, existen unas 8000 hectáreas de zona federal marítima utilizables para el cultivo de almeja catarina, ostión y otros moluscos en el fondo marino y en artes suspendidas (SEPESCA y Gobierno del Estado de B.C.S., 1994), pero la única referencia concreta que se tuvo a disposición es el proyecto "Parque de maricultivos en Baja California Sur", realizado por una firma consultora (CODISSA) para la Secretaría de Pesca, hoy SEMARNAP, que se restringe a la zona norte de Bahía Magdalena y el sistema lagunar de Santo Domingo.

Para efectos de proyección del parque en un tamaño manejable y funcional, se seleccionaron 1553 ha para el cultivo de ostión y de almeja catarina en el fondo marino. Para ostión se destinaron 593 ha, en los sitios conocidos como Los Prados (147 ha), Santa Elena (361 ha) y Santa Elenita (85 ha) y para la almeja catarina se destinaron 960 ha en los sitios conocidos como Los Títeres (50 ha), La Florida (375 ha) y las Víboras (535 ha). Sin embargo, esta selección tuvo su origen en un subtotal de 2581 ha disponibles de manera compartida para almeja catarina y ostión, que a su vez fueron seleccionadas de un total de 3726 ha en 38 sitios potenciales que fueron evaluados en esta región del Estado (SEMARNAP-CODISSA, 1994).

Durante los estudios del parque de maricultivos los técnicos de CODISSA no evaluaron o descartaron muchos sitios importantes, porque era necesario ubicarlo en un área geográfica específica para que el parque pudiera funcionar como tal, pero en la costa del Pacífico existen otros sitios potenciales en las lagunas de Guerrero Negro, Ojo de Liebre, San Ignacio, Bahía Tortugas, La Bocana, etc., ubicados en la costa del Pacífico y en el caso del Golfo de California, tan sólo en la Bahía Concepción, SEMARNAP ha delimitado en cartas geográficas más de 100 parcelas de 20 ha utilizables para cultivo y repoblación de almeja catarina.

VOLUMEN ANUAL POTENCIAL

Cuando se trata de definir el potencial de una actividad productiva en proceso de expansión, como es el caso de la maricultura y concretamente del cultivo de una especie que recién está ingresando en la lista de moluscos cultivables a nivel comercial, se corre el riesgo de subestimar

o sobreestimar sus alcances y expectativas, máxime si se considera que no existe una evaluación general de las áreas potenciales para el maricultivo en Baja California Sur.

Por otro lado, la capacidad de carga de cada cuerpo de agua está dada por sus características oceanográficas y ecológicas particulares, por lo que resulta indispensable realizar estudios específicos previos para cada sitio potencial, para evitar riesgos de “sobrecarga” que pudieran poner en peligro el desarrollo de un proyecto comercial.

Sin embargo, ante la necesidad de llevar a cabo una estimación teórica, y en lo posible realista, del potencial de cultivo de la almeja catarina en el Estado, se realizó un análisis técnico basado en información de SEMARNAP descrita en el capítulo precedente, en las experiencias de los productores y, esencialmente, en la aplicación de elementos de juicio razonables, tanto biológicos, como tecnológicos y ecológicos.

La ejecución de un "proyecto tipo" de cultivo de almeja catarina, con artes de cultivo (engorda) en fondo, requiere de un área concesionada y dentro de ella deben instalarse las artes de cultivo, cuya ubicación debe cambiar (rotar) periódicamente dentro del área concesionada para evitar la degradación del fondo marino. Por otro lado, se estableció que en función de la magnitud del área concesionada, de la intensificación del cultivo y de las características del cuerpo de agua receptor, podría ser necesaria un área de amortiguamiento en la que no deberían autorizarse otras concesiones acuícolas.

Para efectos del cálculo se consideró que una almeja catarina, además del área física que ocupa en función de sus dimensiones, requiere de un área biológica, que está representada por el espacio mínimo necesario para desarrollar eficientemente sus funciones de alimentación y eliminación de desechos metabólicos, ya sea a nivel individual o colectivo. Siguiendo un criterio similar, se estableció que el área concesionada para el cultivo no puede limitarse al área donde físicamente se instalen las artes de cultivo, sino que se requiere de un área técnicamente asociada a la población de organismos en cultivo.

A partir de estos considerandos, se establecieron los siguientes parámetros de referencia para un "proyecto tipo":

- Área física ocupada por una almeja cosechable de 55 mm = 30 cm²
- Área biológica requerida por una almeja, de 55 mm en cultivo (1:4) = 120 cm²
- Área técnicamente asociada para cultivo de una almeja adulta de 55 mm (1 : 4) = 480 cm²
- Número de almejas de 55 mm por hectárea concesionada = 208333
- Peso total de una almeja a la talla cosechable de 55 mm = 60 g
- Rendimiento en callo, para una almeja de 55 mm (60 g x factor 1/9) = 6.66 g
- Rendimientos obtenidos en el cultivo = 150 callos / kg

De acuerdo con estos criterios técnicos preestablecidos, en una hectárea de cultivo adecuada para el manejo de la especie, con buen recambio de agua y alta productividad primaria, se podrían producir 208333 almejas de talla comercial en un período de 12 meses de cultivo que corresponderían a 12.5 toneladas de almeja entera o 1.38 toneladas de callo.

Se considera que esta carga biológica por unidad de área es razonablemente baja, porque equivaldría al 45% de la carga máxima que permite la Norma Oficial Francesa para la ostricultura en aguas templado-frías (com. pers. Danigo, 1995⁴), y se estaría dando margen a que la demanda metabólica de la almeja catarina en las aguas templado-tropicales de Baja California Sur pudiera ser 2.2 veces mayor en cuanto al consumo de oxígeno, demanda de alimento, producción de heces y excreción de otros desechos metabólicos.

⁴ Philip Danigo, Sol Azul, S.A. de C.V., Mazatlán, Sin.

Un segundo elemento a favor de que la estimación del presente estudio es razonablemente conservadora es el hecho de que en el proyecto "Parque de Maricultivos en el Estado de Baja California Sur" se proyectaron rendimientos de 1.6 toneladas de callo/ha para el cultivo en "corrales", considerando: $100 \text{ almejas/m}^2 \times 2500 \text{ m}^2 = 250000 \text{ almejas/ha}$; 1 almeja de 50-60 g = 6.5 g de callo; por lo tanto: $250000 \text{ almejas} \times 6.5 \text{ g} = 1625 \text{ kg de callo/ha}$ (SEMARNAP-CODISSA, 1994).

Con estas estimaciones de rendimientos y los trabajos de campo para la selección de sitios aptos para el cultivo SEMARNAP-CODISSA (op. cit.) estimaron la producción por tipo de cultivo, en el que se incluye al ostión *Crassostrea gigas* (tab. 3).

Tabla 3.- Producción (en toneladas por año) estimada por tipo de cultivo en diferentes localidades de Baja California Sur (tomado de SEMARNAP-CODISSA, 1994).

Localidad	Tipo de cultivo	has.	Prod. estimada
Hombres Solos	Fondo/ostión	65	780
El Gato	Fondo/ostión	73	876
Los Prados	Fondo/ostión	147	1764
Santa Elena	Fondo/ostión	361	4332
Santa Elenita	Fondo/ostión	85	1020
Los Titeres	Fondo/almeja	50	8125
La Florida	Fondo/almeja	375	60938
Los Vivoras	Fondo/almeja	535	86938
San Buto Sur	Fondo/ostión	279	3348
San Buto Norte	Suspensión/ostión	81	2187
El Chisguete	Fondo	530	-

CONCLUSIÓN

A partir de la información disponible y de los cálculos precedentes, se tendrían tres escenarios de producción potencial, para el cultivo de almeja catarina en Baja California Sur:

a) Considerando en concesión las 960 ha del parque de maricultivos (SEPESCA-CODISSA, 1994) se tendría un potencial, anual de 12000 t de almeja entera o 1333 t de callo.

b) Considerando un 50% de las 2260 ha que se consideraron aptas para cultivo de ostión y almeja catarina en los estudios del parque de maricultivos (SEPESCA-CODISSA, 1994), se tendría un potencial anual de 14125 t de almeja entera o 1569 t de callo.

c) Considerando un 25% de las 8000 hectáreas teóricamente disponibles para el cultivo de moluscos en fondo y en suspensión (SEPESCA y Gobierno del Estado de Baja California Sur, 1994) se tendría un potencial anual de 25000 t de almeja catarina entera o 2777 t de callo, a producirse en 2000 hectáreas concesionadas.

II.B. APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

Demanda esperada

Con base en el modelo productivo CIBNOR-CULTEMAR, para producir 25000 toneladas de almeja catarina en concha, equivalentes a 2778 toneladas de músculo o callo, se requerirían 417 millones de almejas adultas con una talla promedio de 55 mm y un peso total promedio de 60 gramos por pieza.

Esto implicaría un requerimiento global de 635.6 millones anuales de semilla de 10 mm y se deriva de considerar las bases tecnológicas del modelo productivo (BANCOMEXTSEMARNAP, 1995) que implican lo siguiente :

- Disponibilidad de semilla "grande" de 10 mm.
- Preengorda de semilla a talla juvenil de 30 mm con una supervivencia del 82%.
- Engorda de juveniles a talla comercial de 55-60 mm con supervivencia de 80%.

Sin embargo, los laboratorios comerciales no producen semilla de almeja de 10 mm y, en caso de que el CREMES-Bahía Kino produjera esta semilla "grande", lo más probable es que su costo fuera tan elevado que haría económicamente inviable el cultivo comercial, además de que se aumentarían sensiblemente los costos de transporte y los riesgos de mortalidad por manejo.

Por lo anterior resulta evidente que se necesitaría preengordar primeramente la semilla "pequeña" de 2-3 y 3-5 mm para obtener la semilla "grande" de 10 mm, lo que implicaría un porcentaje indefinido de supervivencia, de manera que la demanda real de semilla "pequeña" de laboratorio sería considerablemente mayor.

Alternativas de producción

Para cubrir un requerimiento de 635.6 millones anuales de semilla de almeja catarina se necesitaría de un laboratorio como el CREMES de Bahía Kino, Sonora, pero en este caso funcionando muy eficientemente durante todo el año, es decir, produciendo 10 corridas anuales de 65 millones de semillas individuales.

Entre las alternativas de solución viables está el desarrollo de nuevos sistemas de fijación controlada y preengorda en el mar, y la instalación de una red regional de "Laboratorios de Fijación y Preengorda", para fijar y preengordar larva oculada de almeja catarina y de otros moluscos, producida en el CREMES o en otro laboratorio de gran capacidad, durante la mayor parte de un ciclo anual.

La SEMARNAP tiene actualmente dos centros productores de semilla de moluscos que se encuentran cerrados y en vías de transferencia al gobierno estatal y, por ese conducto, al sector productivo. Uno de ellos es el Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena B.C.S., que en su momento produjo semilla de ostión *C. gigas*, almeja catarina *A. circularis* y abulón azul *Haliotis fulgens* y el otro es el Centro de Acuicultura en Bahía Tortugas, B.C.S., que se ha dedicado exclusivamente a la producción de semilla de abulón *H. fulgens* (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Ambas instalaciones se podrían adecuar para un reinicio de operaciones con la producción de semilla de almeja catarina y otros moluscos nativos. De hecho ya existen estudios de prefactibilidad para el Centro de Bahía Tortugas, en el cual se presenta una alternativa técnicamente viable para ampliarlo y realizar algunas adaptaciones para la producción de semilla

de ostión, mejillón y almeja catarina, además de la producción originalmente programada de semilla de abulón (France Aquaculture, 1985b).

Por otro lado, la experiencia internacional es claramente ilustrativa de la eficiencia de los programas de repoblación y propagación de semilla silvestre similares al "Programa de Acuicultura y Explotación Controlada del Recurso Almeja Catarina en Bahía Concepción, B.C.S." Este modelo de trabajo no debería discontinuarse, sino por el contrario, promover su aplicación en todos los cuerpos de agua del Estado, donde los efectos negativos de la captura desmedida y los ciclos naturales de abundancia y disminución, típicamente presentes en las poblaciones nativas de pectínidos (Hardy, 1991; Ikenoue y Kafuku, 1992), han contribuido a la virtual desaparición de bancos importantes comercialmente explotables.

La estricta aplicación, por parte de la SEMARNAP y la PROFEPA, de esquemas de manejo acuícola y repoblación que incorporen el cultivo intensivo y la propagación de semilla silvestre y de laboratorio, ciertamente elevaría en pocos años y de manera dramática la producción de almeja catarina y de otros pectínidos en Baja California Sur y como prueba de ello basta la experiencia japonesa con el cultivo intensivo y propagación de *P. yessoensis*.

MATERIALES DE CULTIVO

Materiales requeridos

Entre los materiales que se requerirían para desarrollar el potencial de cultivo de la almeja catarina destacan por su importancia las mallas tubulares de plástico, con las cuales se podrían fabricar los "tubos de cultivo" y aplicar la tecnología patentada por el CIBNOR, S.C. para la engorda de almeja catarina. Estos materiales están disponibles en el mercado nacional bajo las denominaciones de "malla ostionera", "malla marinera" y "malla ranchera", entre otras, así como las mallas planas tipo "piso avícola" y "rompvientos", las canastas ostioneras tipo Nestier o Mik Pirámide, cabos, hilos de nylon, boyas y otros materiales que no se producen localmente y deben importarse o adquirirse en el interior del país. La actividad acuícola de la almeja catarina demandaría, además, equipos marinos nacionales e importados y materiales de construcción diversos para las instalaciones de apoyo en tierra, cuya oferta es ilimitada en el mercado local.

Opciones de producción local

En Baja California Sur no existe una industria que pueda proveer los materiales de cultivo y mucho menos la maquinaria necesaria para optimizar los trabajos y eficientar tecnológica y económicamente el cultivo de la almeja catarina en el nivel que indica el potencial calculado. Sin embargo, se considera que este desarrollo podría darse a la par, principalmente para la producción de mallas tubulares.

EQUIPO Y MAQUINARIA

Maquinaria de trabajo y plantas industriales

Entre la maquinaria de trabajo requerida destacan las bombas de agua, montacargas, bandas de transporte, seleccionadoras y, en su caso, desconchadoras mecánicas que en su momento se pudieran utilizar para procesar grandes producciones y obtener un producto apto para la presentación de almeja precocida, la producción de concentrados y el enlatado del producto en plantas industriales. Debido a lo especializado de su diseño y al tipo de materiales con que se construyen, la mayoría de estos equipos tendrán que ser importados o por lo menos, adquirirse en el interior del país.

MANO DE OBRA Y CAPACITACIÓN

Generación de empleos

Con base en el modelo CIBNOR-CULTEMAR la producción de 650 toneladas de almeja con concha implica la generación de 23 empleos directos, de manera que para una producción de 25000 toneladas se esperarían generar 884 empleos directos, entre personal administrativo y de dirección, biólogos, técnicos y manuales. De acuerdo al potencial de producción estimado, se requerirían cerca de 39 "Proyectos Tipo", cada uno con capacidad de 650 toneladas anuales de almeja entera y 65 toneladas de callo.

Con las actividades de engorda se tendrían que incrementar las instalaciones para la producción de semilla en condiciones controladas, ya sea de ciclo completo o mediante un sistema de "fijación remota" que exigiría un mayor control técnico e infraestructura para la producción de semilla.

Necesidades de capacitación

El cultivo de escalopos o pectínidos en Baja California Sur es actualmente una actividad marginal, por lo que se tendría que capacitar al personal, principalmente a los profesionales, a los técnicos y a los oficiales. La producción de semilla tendría asociada, a su vez, una demanda de capacitación con un perfil más especializado. Al respecto, el CREMES de Bahía Kino, Son., imparte cursos de capacitación que podrían ser complementados, en su caso, con estancias de aprendizaje. Por su parte, el CIBNOR, S.C. ofrece la transferencia de tecnología para el cultivo integral de la almeja catarina, incluyendo el diseño de laboratorios de producción de semilla, con la ventaja de que lleva asociado un respaldo permanente en investigación y desarrollo tecnológico.

Opciones de capacitación

México cuenta con tecnología y experiencia para la producción de 26 especies biológicas, incluidos los moluscos bivalvos, y para apoyar el desarrollo tecnológico futuro de la actividad acuícola, dispone el país de 57 instituciones que realizan investigaciones en las áreas de genética, nutrición, sanidad y producción; la mayoría de ellas se ubican en las entidades federativas del noroeste del país (SEPESCA, 1990), destacando de manera importante Baja California Sur.

En la ciudad de La Paz, capital del Estado, existen muy diversas posibilidades para la investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el área de biología marina y acuicultura. A nivel medio y medio superior existen: la Secundaria Técnica Pesquera que imparte la especialidad en Acuicultura; y el Centro de Estudios Tecnológicos, del que egresan Técnicos Profesionales en Acuicultura. A nivel superior se cuenta con un Instituto Tecnológico del Mar, del que egresan Ingenieros en Acuicultura, una Universidad en la que se imparte la carrera de Biología Marina y la Maestría en Acuicultura, el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN, que ofrece la Maestría y el Doctorado en Ciencias Marinas, con formación en Acuicultura, y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., donde se ofrece el Doctorado en Ciencias, con formación en Acuicultura.

En estas instituciones de docencia e investigación locales, se pueden diseñar y llevar a cabo diversos cursos específicos de capacitación; el CIBNOR, S.C. tiene capacidad en infraestructura, recursos humanos y tecnología para desarrollar programas generales y especializados de capacitación tecnológica en los trabajos de producción de semilla, engorda y transferencia tecnológica integral.

II.C. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICABLES

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

El único proyecto integral de cultivo de la almeja catarina, cuya factibilidad técnica y financiera ha sido analizada es el proyecto "Tipo" desarrollado por CIBNOR-CULTEMAR, mismo que depende de la colecta de semilla silvestre en colectores de costal cebollero. Sin embargo, la captación de semilla silvestre es muy variable interanualmente y el hecho de que ésta ocurre normalmente una vez al año, hace imposible realizar proyecciones con un margen de seguridad aceptable (Maeda-Martínez y Ormart-Castro, 1993).

La captación de semilla silvestre en Bahía Magdalena ha sido de 1000 a 4000 semillas por colector durante el período 1981-1991, pero para 1992 la captación fue de tan sólo 300 semillas por colector. Por lo tanto, a pesar de que conforme se incrementa el número de organismos cultivados en un área determinada es previsible un aumento de reclutas por colector, la colecta de semilla silvestre debe ser complementaria a la producción de semilla en el laboratorio (Maeda-Martínez y Ormart-Castro, 1993; Maeda *et al.*, 1993).

Es un hecho comprobado, y la experiencia mundial así lo indica, que en casos extremos de sobreexplotación pesquera, la producción de semilla en laboratorio es un procedimiento más seguro y confiable que la instalación de colectores, y aún cuando su costo es elevado, en ocasiones resulta el único camino viable para iniciar programas de repoblación o para evitar las variaciones estacionales e interanuales que suelen presentarse en la captación de semilla silvestre. El CIBNOR, S.C. ha dedicado esfuerzos importantes a la optimización de su tecnología para la obtención de semilla y se espera llegar a un adecuado nivel de control que permita hacer procesos eficientes y abatir los costos de producción a un nivel de alta rentabilidad.

Estrategias de Optimización

El porcentaje de larva pedivéliger que se logra fijar y sobrevive a la metamorfosis y desarrollo juvenil temprano hasta la fase de semilla es un indicador de la eficiencia de un laboratorio productor y depende de la salud y vigor de las larvas fijadoras, de la calidad bacteriológica del agua de mar utilizada, del alimento microalgal empleado, y en lo general, de su tecnología de fijación y preengorda.

México cuenta con tecnología e infraestructura adecuadas para la producción masiva de semilla de moluscos, pero realmente se encuentra sub-utilizada o sub-optimizada por causas de orden técnico y administrativo que restringen su productividad (Arriaga-Becerra y Rangel-Dávalos, 1988). Aunque resulta evidente que se deben mejorar sustancialmente los sistemas de tratamiento del agua y el control bacteriano, renovar y mantener una población de reproductores certificados con historial genético conocido y llevar un control de los mismos por parte de un centro productor o de investigación, hacer eficiente la tecnología de fijación y preengorda y aplicar medidas estrictas de control de calidad.

Se requiere, además, buscar nuevas alternativas para la producción de semilla y una de ellas es la "fijación remota" de larva fijadora proveniente de laboratorios nacionales o extranjeros, en laboratorios de ciclo incompleto para "fijación/preengorda", utilizando inclusive inductores de fijación (Coon *et al.*, 1985). La base tecnológica de la fijación remota es ampliamente conocida y está representada por las numerosas postas rústicas para semilla de ostión en concha madre que se emplean desde hace muchos años en Canadá, Estados Unidos de América y países europeos (Donaldson, 1987; Jones y Jones, 1983).

En el Centro de Acuicultura de Bahía Magdalena B.C.S., se realizaron, hace algunos años, ensayos experimentales que demostraron la factibilidad de aplicar esta tecnología en la almeja catarina. Experiencias similares se han registrado posteriormente en la Unidad Pichilingue de la UABCS, con larva fijadora proveniente del CREMES de Bahía Kino, Sonora. Es necesario desarrollar sistemas duales de fijación-preengorda, manejados tanto en el laboratorio como en el mar, de manera que, sin incrementar sensiblemente los costos de producción, se pueda elevar a más de un 10% la expectativa de obtención de semilla a partir de un lote de larva fijadora (Mazón-Suástegui *et al.*, 1991).

El CREMES de Bahía Kino puede y debería potenciar su productividad potencial de "larva fijadora", enlazándose con una red de pequeños y medianos laboratorios de ciclo incompleto dedicados, al menos parcialmente, a la fijación y preengorda de semilla de almeja catarina y otros moluscos en diferentes localidades de Sonora, Baja California y Baja California Sur. Los Centros de Acuicultura, que tiene la SEMARNAP en Bahía Tortugas y Bahía Magdalena B.C.S., se pueden adaptar muy fácilmente para este propósito, al igual que varios centros de recepción de productos pesqueros diseminados por el estado de Baja California Sur, la mayoría de los cuales nunca ha operado y se encuentran actualmente abandonados.

ENGORDA

En términos generales, la biotecnología de engorda en el litoral del Pacífico está muy estudiada y la problemática se circunscribe, de manera prioritaria a la obtención suficiente y oportuna de semilla, a abatir los costos de las artes de producción intensiva y reducir los costos de operación, principalmente en el rubro de personal.

Además, es indispensable mejorar sustancialmente las condiciones sanitarias en las que se lleva a cabo el desconche de la almeja catarina, ya sea silvestre o de cultivo y darle un valor agregado a la producción, incluida la maquila, empaque, el desarrollo de nuevos productos y nuevas presentaciones para el mercado.

Estrategias de optimización

La optimización tecnológica debe incluir el manejo y selección genética de las poblaciones cultivadas. En el laboratorio de genética del CIBNOR, S.C. se han llevado a cabo experimentos muy exitosos de selección de grupos de alto rendimiento, cruza entre poblaciones, inducción de protoginia, etc., que hacen suponer que existen posibilidades reales para el manejo y selección de pectínidos en las poblaciones cultivadas, siempre y cuando provengan de semilla de laboratorio, es decir, de progenitores claramente identificados (com pers. Ibarra-Humphries, 1995⁵).

Estas investigaciones deben continuarse y profundizarse aplicando las técnicas desarrolladas con la almeja catarina a otras especies de pectínidos con potencial acuícola, como la Mano de León *Lyropecten subnudosus* y las hachas china y botijona *Atrina maura* y *A. tuberculosa*, que ofrecen al inversionista mayores posibilidades de recuperación de su inversión.

⁵ Ana María Ibarra-Humphries, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

II.D. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR Y NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

ORGANIZACIÓN DEL SECTOR

No existe en el sector pesquero una sección de acuacultores de almeja catarina medianamente estructurada, salvo por (a) las experiencias organizativas que se dieron a nivel de los permisionarios de pesca que durante 1989 a 1991 llevaron a cabo semicultivos individuales en Bahía Concepción, B.C.S., (b) un plan global de repoblación coordinado por la SEPESCA, y posteriormente, (c) en 1992-93 cuando se registraron algunos avances importantes en el Programa Acuícola de Bahía Concepción, en el cual participaron la Cámara Nacional de la Industria Pesquera y la Federación de Cooperativas Pesqueras.

En 1994, algunas cooperativas llevaron a cabo proyectos de cultivo de almeja catarina a nivel piloto en Bahía Magdalena, B.C.S., con financiamiento de PRONAES. Inicialmente se fincaron grandes expectativas, porque con ello se iniciaba un "Programa de Acuicultura y Explotación Controlada en Bahía Magdalena", similar al establecido en Bahía Concepción, pero desafortunadamente los trabajos no fueron debidamente atendidos y no tuvieron la continuidad deseada. Esto confirma que el modelo de repoblación ha fallado por la falta de interés de los productores, la escasa vigilancia del recurso y el incumplimiento de la normatividad, que exige la realización de una actividad acuícola como requisito para la obtención de permisos de captura.

En el presente, es difícil que un permisionario de pesca o una cooperativa pesquera efectivamente realicen actividades acuícolas de repoblación si están seguros de que pueden obtener el permiso de captura sin necesidad de cumplir con esa norma. Esto sucede porque no existe una cultura de desarrollo sustentable basada en la acuicultura, sino que el interés gravita en torno a la pesquería del recurso silvestre. Sin embargo, no existe otra salida razonable diferente a la aplicación imparcial de la normatividad vigente, ya que los resultados de la actual estrategia de explotación pesquera han sido hasta hoy un rotundo fracaso, con capturas decrecientes en breves lapsos de tiempo, fluctuaciones marcadas en el precio del producto y numerosos accidentes de trabajo en los buzos encargados de la extracción, que cada vez buscan el recurso a mayor profundidad y siguen utilizando compresores que producen aire no apto para respirar.

Bien manejada, la acuicultura podría ser una solución eficaz para toda esta problemática biológico-pesquera, socioeconómica y de mercado, ya que mediante la aplicación de esta biotecnología, se podría cosechar programadamente en diferentes épocas del año, aprovechando las situaciones ideales de mercado y manteniendo desde luego una oferta permanente del producto.

Las autoridades deberían promover proyectos de cultivo intensivo que por sí solos y como stocks de reproductores, representan una seguridad para el sostenimiento de las poblaciones silvestres; además, establecer la obligatoriedad de que se lleven a cabo Programas de Acuicultura y Explotación controlada en todos los cuerpos lagunares del Estado, con objeto de recuperar en un mediano plazo la planta productiva y la capacidad exportadora de las unidades pesqueras.

Con tal estrategia se podría planificar sostenidamente la captura/cosecha en las áreas repobladas, creando polos de desarrollo acuícola-pesquero y nuevos asentamientos humanos permanentes con los servicios básicos indispensables para la salud y la sana convivencia social; mejorando así de manera muy notable las actuales condiciones de vida de los buzos y matadores almejeros. Con ello se lograría también mejorar las condiciones higiénicas en la producción y procesamiento del producto, evitando las múltiples presiones en el mercado y una eventual posibilidad de cierre de la frontera norteamericana al "callo" mexicano.

NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

El cultivo de almeja catarina se ha venido realizando a nivel experimental y piloto desde hace 20 años en diferentes localidades de Baja California Sur, pero sigue siendo una actividad marginal. Para los trabajos de campo basados en la captación de semilla silvestre se puede afirmar que existe suficiente conocimiento empírico de la actividad.

La producción de semilla en el laboratorio demandaría la capacitación de personal técnico con un perfil más especializado. Al respecto, el CREMES de Bahía Kino, Son., imparte cursos de capacitación que podrían ser complementados en su caso con estancias de aprendizaje. A nivel local, el CIBNOR S.C. puede brindar la asesoría y cursos de capacitación que fuesen requeridos para la preparación de personal de campo y de laboratorio.

II.E. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

En términos generales el marco legal y normativo de la acuicultura en México se ha flexibilizado considerablemente para dar cabida a la inversión privada y esto ya representa de por sí un avance importante. Sin embargo, se aprecia claramente la necesidad de que las dependencias de gobierno federales y estatales relacionadas con la acuicultura establezcan programas de extensionismo acuícola y promuevan entre los productores e industriales proyectos "tipo" de producción intensiva.

Finalmente, el fomento a los proyectos intensivos y a los programas de semicultivo y repoblación conduciría en un corto plazo a la integración de los productores en grupos afines a sus intereses y con ello se podrían aplicar esquemas de comercialización en bloque, adoptar nuevas y mejores formas de presentación con valor agregado y por ende, la apertura de nuevos mercados, afrontando así las fluctuaciones del precio del producto y aumentando su capacidad de maniobra y control de mercados.

BIBLIOGRAFÍA

- AMADOR-BUENROSTRO, J. 1978. Cultivo experimental de almeja catarina *Argopecten circularis* en la Ensenada de La Paz, B.C.S. *Tesis Prof. Esc. Sup. Cienc. Mar.* UABC. 44 pp.
- ARRIAGA-BECERRA, R.E. & C. RÁNGEL-DAVALOS. 1988. *Diagnóstico de la Situación Actual y Perspectivas del Cultivo de Ostión en México.* Dir. Gral. de Comunic. Social. SEPESCA. 95 pp.
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A. 1990. Crecimiento de la almeja catarina *Argopecten circularis* en función del alimento, con anotaciones sobre su biología y desarrollo. *Tesis Maestría.* CICIMAR. IPN. México. 81 pp.
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A. & M.O. MUCIÑO-DÍAZ. 1987a. Máxima ración de dos dietas microalgales para la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835). *Res. II Congr. Nal. Acuacult.*
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A. & M. MUCIÑO-DÍAZ. 1987b. Desarrollo embrionario y morfología externa de la larva de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), cultivada en el laboratorio. *Res. II Congr. Nal. Acuacult.*

- BANCOMEXT-SEMARNAP. 1995. Oportunidad de negocio: almeja catarina *Argopecten circularis*. Documento interno. Banco Mex. Comer. Ext./SEMARNAP. 19 pp.
- BAQUEIRO-CÁRDENAS, E., I. PEÑA-RAMÍREZ & A. MASSÓ-ROJAS. 1982. Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sow., 1835) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Cienc. Pesq.* 1 (2): 57-65.
- CÁCERES-MARTÍNEZ, C., J. CHÁVEZ-VILLALBA & D. RAMÍREZ-FILIPPINI. 1991a. Biology and culture of the scallop *Argopecten circularis*. *Abs. 8th. Inter. Pectinid Workshop*. Cherbourg, France. 5.
- CÁCERES-MARTÍNEZ, C., J. CORTÉS-SALAZAR & J. CHÁVEZ-VILLALBA. 1991b. Reclutamiento de juveniles de moluscos bivalvos en Baja California Sur México. 151-165. *En: Guzmán-del Proo, S. (Ed). Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*. SEPESCA-IPN.
- CÁCERES-MARTÍNEZ, C., D. RAMÍREZ-FILIPPINI & J. CHÁVEZ-VILLALBA. 1987. Cultivo en parques de la almeja catarina *Argopecten circularis*. *Rev. Lat. Acuicult.* 34: 26-32.
- CHÁVEZ-VILLALBA, J. & C. CÁCERES-MARTÍNEZ. 1992. Scallop culture in the Northwest of México. *World Aquacult.* 23 (4): 20-25.
- COON, S.L., BONAR, D.B & R.M. WEINER. 1985. Induction of settlement and metamorphosis of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), by L-dopa and catecholamines. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 94: 211-221.
- CORONEL-SOLÓRZANO, J., S. PORRAS-CISNEROS & P. ORMART-CASTRO. 1987. Metodología para la cría de larvas de almeja catarina *Argopecten circularis* en laboratorio. *Res. II Congr. Nal. Acuicult.*
- DONALDSON, J. 1987. Overview of an operating oyster hatchery. *Fourth Alaska Aquacult. Conf:* 77-81.
- FAO. 1992. Producción de acuicultura 1984-1990. *FAO Fish. Cir.* 815 Revisión 4.
- FÉLIX-PICO, E.F. 1978. Cultivo de la almeja catarina. *Documento Interno. Of. Des. Acuicult.* Depto. de Pesca. BCS. México. 17 pp.
- FÉLIX-PICO E.F. 1985. Cultivo de *Argopecten circularis* en Baja California Sur México. *5th Inter. Pectinid Workshop*. La Coruña España. 12.
- FÉLIX-PICO, E.F. 1991. Fisheries and aquaculture of scallops: México. 943 - 980. *En: Shumway, S. (Ed). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. Amsterdam.
- FÉLIX-PICO, E.F., A. TRIPP-QUEZADA & J. SINGH-CABANILLAS. 1989. Antecedentes en el cultivo de *Argopecten circularis* (Sowerby), en Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR.* 4(1): 73-92.
- FRANCE AQUACULTURE. 1985a. *Estudio de Potencialidad en Materia de Acuicultura del Estado de Baja California Sur*. SEPESCA/Fondepesca. México. 190 pp.
- FRANCE AQUACULTURE. 1985b. *Estudio de Potencialidad en Materia de Acuicultura del Estado de Baja California Sur: Estudio de Prefactibilidad Bahía Tortugas*. SEPESCA/Fondepesca. México. 36 pp.
- HARDY, D. 1991. *Scallop Farming*. Fishing News Books. 237 pp.
- HERNÁNDEZ-LLAMAS, A. 1990. Optimum bioeconomic design of a pilot culture facility for the scallop *Argopecten circularis*. *Abs. 21th World Aquacult. Conf.*

- HERNÁNDEZ-LLAMAS, A. & V.M. GÓMEZ-MUÑOZ. 1989. Production model and functional responses to culture density of the scallop *Argopecten circularis*. *J. World Aquacult. Soc.* 20 (1): 42A-42B.
- HERNÁNDEZ-LLAMAS A. & J. SINGH-CABANILLAS. 1988. Rendimientos de producción de "almeja catarina" (*Argopecten circularis*) a diferentes densidades de cultivo. *Rev. Lat. Acuicult.* 36: 49-55.
- IKENOUE, H. & T. KAFUKU. 1992. *Modern Methods of Aquaculture in Japan*. Kodansha-Elsevier. Tokio. 272 pp.
- JONES, G. & B. JONES. 1983. Methods for setting hatchery produced oyster larvae. *Information Report. Prepared for Marine Resource Branch, Ministry of Environment*. Province of British Columbia. 4. 94 pp.
- KEEN, M. A. 1971. *Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Perú*. Stanford Univ. Press. U.S.A. 1064 pp.
- LANGO-REYNOSO, F. 1994. Estudios básicos sobre depredadores activos y potenciales para el desarrollo del cultivo extensivo de *Argopecten circularis*. *Tesis Maestría. CICIMAR. IPN*.
- MAEDA-MARTÍNEZ, A.N. 1993. El cultivo de scallops (almeja catarina) !! su mejor alternativa de inversión !!. *Folleto de Divulgación para el Sector Productivo*. CIBNOR. 16 pp.
- MAEDA-MARTÍNEZ, A.N. & P. ORMART-CASTRO. 1993. Proyecto tipo de inversión para el cultivo comercial de almeja catarina *Argopecten circularis* en el Noroeste de México. *Primera Reunión Regional para el Cultivo de la Almeja Catarina Argopecten circularis*. CIBNOR, S.C. Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora / SEPESCA / CONACyT. 8 pp.
- MAEDA, A.N., T. REYNOSO, J.M. MAZÓN, P. MONSALVO, O. HERNÁNDEZ, E. SEGOVIA, M.T. SICARD & R. MORALES. 1990. Integral culture of catarina scallop *Argopecten circularis*: The first experience. *Abs. 21th World Aquacult. Conf.*
- MAEDA, A.N., T. REYNOSO-GRANADOS, F. SOLÍS-MARÍN, A. LEIJA-TRISTÁN, A. AURIOLAS-GAMBOA, C. SALINAS-ZAVALA, D. LLUCH-COTA & P. ORMART-CASTRO. 1993. A model to explain the formation of catarina scallop *Argopecten circularis* beds in Magdalena Bay, México. *Aquacult. and Fish. Manag.* 24: 323-339.
- MASSÓ-ROJAS, J.A. E I. PEÑA-RAMÍREZ (en prensa). Comportamiento y fluctuaciones poblacionales de la almeja catarina *Argopecten circularis* en bancos silvestres de las lagunas San Ignacio, Guerrero Negro y Ojo de Liebre, B.C.S., México. *Cienc. Pesq.* 12 pp.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1988a. Manual de operación del Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, Baja California Sur. *Documento Interno. Proyecto Cultivos Marinos/Moluscos. CIBNOR, S.C.* 35 pp.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1988b. Acondicionamiento gonádico y desove de cuatro especies de moluscos bivalvos, alimentados con dietas artificiales. *Rev. Lat. Acuicult.* 38: 4-12.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1990. El Cultivo de moluscos en Baja California Sur, estado actual y perspectivas. *Documento Interno. CIBNOR, S.C.* 30 pp.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1995a. Estado actual y perspectivas del maricultivo de moluscos en Baja California Sur. *Documento Interno. CICIMAR. IPN*.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1995b. Elementos tecnológicos para el cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* a partir de semilla silvestre. *Documento Interno. CICIMAR. IPN*.

- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1995c. Laboratorio piloto para investigación y producción de semilla de moluscos: bases tecnológicas de diseño y operación. *Documento Interno. CICIMAR. IPN.*
- MAZÓN-SUASTEGUI, J. M. & M. A. AVILÉS-QUEVEDO. 1988. Ensayo preliminar sobre la alimentación de bivalvos juveniles con dietas artificiales. *Rev. Lat. Acuicult.* 36: 56-62.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., M.A. AVILÉS-QUEVEDO, J.R. RIVERA-LUCERO, & V.A. RÍOS-ARIAS, 1991. Advances on the pilot production of "catarina" scallop" *Argopecten circularis* seed, in a mexican shellfish hatchery. *Abs. 22th. Ann. Conf. World Aquacult. Soc.*
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., L.A. BAZUA-SICRE, G. LUCERO-MARTÍNEZ & R. RODRÍGUEZ-RAMOS. 1992. Producción de semilla de abulón en el laboratorio: el método de Bahía Tortugas, B.C.S., México (Abalone seed production in the laboratory). 561-569. En: Shepherd S.A., M.J. Tegner & S.A. Guzmán-del Proo (Eds). 1992. *Abalone of the World, Biology, Fisheries and Culture.* Fishing News Books. Part IX Culture.
- RAMÍREZ-FILIPPINI, C., C. CÁCERES-MARTÍNEZ & J. CHÁVEZ-VILLALBA, 1990. Parque modular para el cultivo de almeja catarina *Argopecten circularis*: Un diseño alternativo. *Inv. Mar. CICIMAR.* (No. Esp. 1): 7-12.
- RÁNGEL-DAVALOS, C. 1990. El cultivo de moluscos marinos en México. 107-130. En: De la Lanza-Espino, G. & J.L. Arredondo-Figueroa (Comp). *La Acuicultura en México: de los Conceptos a la Producción.* UNAM.
- RUÍZ-VERDUGO, C & C. CÁCERES-MARTÍNEZ. 1990. Estudio preliminar de captación de juveniles de moluscos bivalvos en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR.* 5 (No. Esp. 1): 29-38.
- RUÍZ-VERDUGO, C. & C. CÁCERES-MARTÍNEZ, 1991. Experimental spat collection of scallops *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) and *Pecten vogdesi* (Arnold, 1906) on a filament substrate in Falsa Bay, B.C.S., México. 21-27. En: Shumway, S.E. & P.A. Sandifer. *Scallops Biology and Culture.* The World Aquacult. Soc.
- SEMARNAP-CODISSA. 1994. Proyecto: parque de maricultura en Baja California Sur. *Documento Interno. Dir. Gral. Acuacult. SEPESCA.*
- SEPESCA, 1990. *Programa de Desarrollo Integral de la Acuicultura 1990-1994.* SEPESCA. Primera Edición. México.
- SEPESCA & GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, 1994. *Proyecto para el Desarrollo de la Acuicultura en el Estado de Baja California Sur.* Presentado al Banco Mundial. Febrero de 1994.
- SIEWERS, A.K. 1982. Commercial mariculture of a bay scallop *Argopecten circularis* (Sowerby) in the Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Abs. N.S.A. West Coast Section Meeting. 1982.*
- TRIPP-QUEZADA, A. 1985. Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en Baja California Sur. *Tesis Maestría. CICIMAR. IPN.* 164 pp.
- VICENCIO-AGUILAR, M. & J. SINGH-CABANILLAS. 1988. Guía práctica para el cultivo de la almeja catarina. *Boletín Depto. Acuacult.* Del. Fed. Pesca B.C.S. 37 pp.
- VILLALEJO-FUERTE, M. & R.I. OCHOA-BAEZ. 1993. El ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en relación con temperatura y fotoperíodo, en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Cienc. Mar.* 19(2): 181-202.

Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur
Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.). 1996.

CULTIVO DE HACHA

*Teodoro Reynoso Granados, Alfonso Maeda Martínez, Francisco Cardoza
Velasco y Pablo Monsalvo Spencer*

RESUMEN

El hacha constituye uno de los recursos pesqueros más valiosos con que cuenta el estado de Baja California Sur, tiene un mercado regional en el cual alcanza precios muy elevados y gran potencial de exportación. El esquema de producción se ha basado en su recolección en la zona intermareal y más recientemente por buceo. Como resultado de tan intensa explotación muchas de las zonas pesqueras han sido agotadas disminuyendo considerablemente la producción total en la última década. Con el fin de dar solución a este problema, distintas instituciones del noroeste del país vinculadas en algunas ocasiones al sector productivo, se han dado a la tarea de realizar estudios biológicos y de buscar nuevas alternativas de explotación que ayuden al restablecimiento de los bancos naturales y a aumentar la producción a un nivel sostenible. El cultivo de hacha se lleva a cabo en algunas regiones del mundo donde ha dado muy buenos resultados debido al alto precio que logran alcanzar y a su rápido crecimiento. Todo esto hace del hacha un recurso con gran potencial de cultivo, ya que en Baja California Sur se cuenta con las condiciones climáticas precisas y bahías protegidas tanto en el Golfo de California como en el Océano Pacífico. A la fecha se reporta el dominio de la tecnología para la producción de larvas fijadoras y se esta llevando a cabo la experimentación para definir la tecnología para el crecimiento y engorda en diferentes ubicaciones batimétricas.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I.A. INTRODUCCIÓN

En la zona noroeste del Pacífico mexicano se explotan una gran variedad de moluscos, algunos de ellos a gran escala y sostienen una gran actividad comercial debido al precio que alcanzan los productos de estos organismos en el mercado local e internacional. Aunque en la zona del noroeste existen más de treinta especies de moluscos comestibles, sólo se explotan unas diez regularmente.

Debido a la presión pesquera que soportan y a la falta de una regulación adecuada para su captura, algunas de estas especies han sido sometidas a una sobre-explotación. En el caso concreto del hacha existen dos especies principales que soportan la pesquería, *Atrina maura* y *Pinna rugosa*.

Información obtenida del Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz, indica que, en términos generales, la pesquería de este recurso ha disminuído en un 95% en los últimos cinco años. Es claro que se requieren medidas para la pronta recuperación de estas especies, así como para su adecuada explotación. Una de estas alternativas es la producción de hacha por medio de la acuicultura.

I.B. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

A partir de 1985 se tienen los primeros informes del intento de cultivo de hacha en el estado de Sonora y en 1986 en el estado de Baja California Sur (Arizpe y Félix, 1986). Estos intentos de cultivo estuvieron basados en la recolecta de semilla natural y la utilización de tecnologías de cultivo para otras especies ligeramente modificadas. En estos casos el crecimiento fue bueno, sin embargo los experimentos no fueron continuados y, a la fecha el sistema de cultivo está determinado, en la mayoría de los casos, por las condiciones particulares del acuicultor.

Por lo que respecta a la obtención de semilla, el Centro de Reproducción de Especies Marinas del Estado de Sonora (CREMES) ha mencionado la factibilidad de obtener juveniles de *Atrina maura* en condiciones de laboratorio (Herrera, 1995). De acuerdo a este reporte se han dominado todas las fases para el cultivo de estos organismos y ya se obtuvo el primer lote de larvas fijadoras a nivel comercial.

En el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) se han abierto distintas líneas de investigación tendientes al diseño de una tecnología integral para el cultivo de *Atrina maura*. Estas líneas de investigación abarcan la biología reproductiva, ecofisiología y acuicultura extensiva. Los esfuerzos están enfocados al dominio de los estadios larvarios por medio del estudio sistemático de sus requerimientos fisiológicos y a la reproducción de *A. maura* en condiciones de laboratorio. Los experimentos que se realizan en el campo están dirigidos a probar diferentes artefactos de cultivo en fondo y con distintas densidades de organismos y en diferentes ubicaciones batimétricas, se espera que estos trabajos den como resultado un método de cultivo reproducible, eficiente y rentable.

Hasta la fecha existen pocas concesiones otorgadas por la SEMARNAP para llevar a cabo el cultivo de algunas de las especies de hacha, tal vez la más importante sea aquella otorgada en la Bahía de Ohuira, en el estado de Sinaloa, la cual comprende 200 hectáreas.

El perfeccionamiento y la propagación de esta tecnología permitirá, a corto plazo, la recuperación de los bancos naturales, ya sea por la introducción de semillas producidas en el laboratorio con el fin de repoblación o porque dichos bancos ya no serán rentables para su explotación, permitiendo su recuperación en forma natural.

I.C. MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD

La captura de hacha está regulada por la SEMARNAP quien, en coordinación con el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP), determina las áreas de explotación, así como el volumen de captura; actualmente no existe una veda o un período determinado para la explotación de este recurso, por lo que a lo largo del año es posible su captura, siempre y cuando las dependencias antes mencionadas lo permitan.

Por otra parte, debido a que aún no se ha desarrollado el cultivo extensivo de este recurso, el marco legal en el que se desenvuelve su cultivo es el que comprende los cultivos de otras especies de moluscos, para los cuales existe mayor experiencia, tales como el ostión y la almeja. Dado lo reciente de este cultivo, en el estado de Sinaloa se concedió un permiso para el cultivo de hacha, bajo el rubro de Concesión para un Rancho de Cultivo; aunque en este caso particular la concesión no restringe el cultivo de otros organismos, actualmente sólo se intenta el cultivo de hacha. A medida que sea posible desarrollar el cultivo extensivo de este recurso, será necesario promover un marco normativo y legal particular para su mejor aprovechamiento.

I.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

Como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo de las técnicas de cultivo extensivo de este recurso son incipientes; por tal razón aún no existen registros concernientes a los volúmenes de producción de músculo de hacha provenientes de la acuicultura.

Actualmente la captura y comercialización de callo de hacha se lleva a cabo por cooperativas, permisionarios y pescadores libres, quienes destinan equipos de buceo a esta actividad. En este punto es necesario hacer notar el patente descenso en la producción de ese organismo en un corto período de tiempo. Durante 1995 la producción de callo de hacha fue 96.3% menor a la registrada durante 1990 (fig. 1). Este comportamiento indica claramente que de no tomar alguna medida correctiva esta pesquería desaparecerá en poco tiempo.

I.E. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

El músculo aductor de hacha es muy apreciado y su explotación está destinada para satisfacer el mercado local, regional y nacional. Los volúmenes de producción aún no pueden satisfacer el mercado nacional y menos el mercado internacional. Existe una gran demanda del producto en el oriente, donde en algunas regiones se produce la misma cantidad de hacha por acuicultura que la que se captura (Wu, 1983).

En México, los estados que más consumen este producto son: Sinaloa, Sonora, Nayarit y Baja California Sur y una pequeña parte es transportada a la Cd. de México. Generalmente este producto se consume crudo o frito y hasta la fecha no es sometido a ningún proceso industrial, ni se

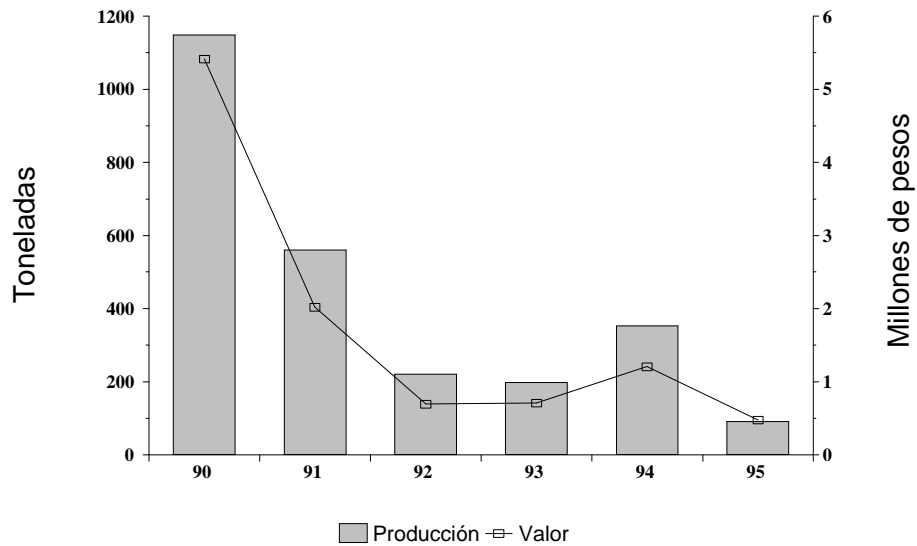


Figura 1. Producción de callo de hacha en Baja California Sur en el período 1990 a junio de 1995 (tomado de la Delegación SEMARNAP, B.C.S.).

aprovecha ninguno de sus subproductos (conchas, vísceras, etc.). Más aún, no existen plantas para el congelado y empaclado del producto, estas actividades se llevan a cabo en playa, lo cual en ocasiones demerita la calidad del producto.

II. POTENCIAL DEL CULTIVO

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

Las áreas potenciales para el cultivo de hacha se sitúan a lo largo de la costa occidental de la península; a partir de la Laguna San Ignacio en donde se realiza su captura a nivel comercial (aunque en otras dos localidades al norte también existe este recurso: Punta Abrejos y La Bocana), hacia el sur en sitios como El Bateque y la Laguna San Juanico, en los cuales es posible desarrollar cultivos a gran escala; el complejo lagunar Magdalena-Almejas indudablemente es el último de los sitios idóneos. Dentro del Golfo de California existen zonas que son propicias para el cultivo, tales como Bahía Concepción y la Bahía de La Paz.

Con base en los experimentos preliminares de crecimiento de *Atrina maura*, a diferentes densidades, que se están llevando a cabo en Bahía Magdalena por personal del CIBNOR y considerando las áreas susceptibles de ser aprovechadas para el cultivo de este recurso sólo en el estado de Baja California Sur, es posible calcular una producción anual de 11550 toneladas métricas. Tomando en cuenta que en una hectárea se pueden producir aproximadamente 3.3 toneladas métricas del producto y considerando conservadoramente 3500 hectáreas potencialmente cultivables (com. pers. Cardoza-Velasco, 1995¹).

¹ Francisco Cardoza-Velasco, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

Debido a las características de crecimiento de las especies que conforman el recurso hacha, se debe considerar que, a partir del inicio de las actividades acuaculturales, pasarán dos años antes de que se obtenga una producción comercial.

II.B. APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

La importancia de este recurso y su descenso en la producción ha propiciado que varias instituciones del noroeste realicen esfuerzos tendientes al desarrollo de tecnologías para su cultivo intensivo. De hecho, ya existen resultados alentadores al respecto y se han iniciado cultivos piloto a nivel comercial en los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur, contando con la participación del sector privado. Durante 1995, el Centro de Reproducción de Especies Marinas del Estado de Sonora (CREMES) produjo semillas de hacha a nivel comercial, y es de esperarse que en el transcurso del próximo año se desarrollen y validen nuevas tecnologías para la producción masiva de semillas, tanto en Sonora como en Baja California Sur. De esta forma se aseguraría el abastecimiento de materia prima, que actualmente es muy difícil de coleccionar del medio natural; sin embargo, ante la eventual recuperación de los bancos silvestres y con la aportación de organismos confinados en artes de cultivo se podría esperar que el reclutamiento en colectores aumente.

El material utilizable para la construcción de artefactos de cultivo es de fácil obtención ya que puede ser de distintos tipos, incluso de aquellos materiales utilizados para el cultivo de otras especies de moluscos. Por otra parte, existen proveedores de equipo para la acuicultura, debido a que el cultivo de otras especies ya se realiza a mediana escala. Siendo la actividad pesquera una importante actividad económica, se cuenta con proveedores en materiales para infraestructura.

En cuanto a la mano de obra, existen científicos que actualmente estudian el recurso y técnicos calificados que pueden coordinar los esfuerzos de gente que ha trabajado en otros cultivos. Esto, sin duda, constituirá una gran fuerza de trabajo que, en combinación con las condiciones tan propicias para el cultivo de hacha, llegará a formar una importante actividad económica.

II.C. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICABLES

Actualmente es posible obtener organismos juveniles en laboratorio y, por otra parte, se están desarrollando estudios concernientes al método de cultivo. La tendencia, sin duda, es hacia el aprovechamiento del bentos como sustrato del cultivo que, si bien no cuenta con la ventaja de un aprovechamiento tridimensional como las artes de cultivo en suspensión, si ofrece el aprovechamiento de áreas muy someras, incluso de zonas intermareales. Este método puede llegar a ser muy barato, ya que sólo es necesario confinar a los organismos y protegerlos de depredadores. La construcción de cercos o de jaulas puede ser un gasto inicialmente alto, pero su durabilidad y el precio que llega a alcanzar el hacha, justifican su inversión a corto plazo (com. pers. Cardoza-Velasco, 1995²).

Contando con suficiente semilla para una primera siembra, el confinamiento de una gran cantidad de reproductores podría justificar la colocación de colectores, esperando que, como ha

² Francisco Cardoza-Velasco, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

sucedido en otros cultivos, el reclutamiento de juveniles sea suficiente como para que el cultivo sea autosuficiente en la obtención de semilla (com. pers. Maeda-Martínez, 1995³).

En algunos lugares, como Hong Kong, se utilizan balsas para el cultivo de hacha; en México ésta podría ser otra opción, aunque sería necesario realizar un análisis costo-beneficio de las mismas.

En general, cualquier esfuerzo sistemático por diseñar una tecnología de cultivo para el hacha podría ser considerada como una nueva tecnología y la ventaja de obtener juveniles en el laboratorio podrá fortalecer la investigación en distintos aspectos, tales como la genética.

II.D. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR Y NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Lo primero que requiere este sector es centrarse en el desarrollo del cultivo de este recurso, para lo cual es necesario identificar y capacitar la mano de obra que intervenga para este fin. Considerando el número de instituciones que se encuentran en el noroeste, así como los avances en las investigaciones y trabajos en las especies que componen el recurso hacha, es posible que una vez iniciados los trabajos para el cultivo, éstos puedan ser productivos en un lapso menor a tres años, en ese tiempo el sector debe estar lo suficientemente organizado para manejar el recurso adecuadamente; por ahora es difícil delinear una propuesta para la organización de este sector.

II.E. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

El marco legal dentro del cual se desarrolla un proyecto de cultivo de hacha es igual al de cualquier otro, sin embargo las investigaciones que actualmente se realizan sobre su biología deben aportar información que permita la creación de un sistema de regulación para su pesca y cultivo óptimo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIZPE, C.O. & U.R. FÉLIX. 1986. Crecimiento de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en la Bahía de la Paz, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM. 13 (2): 167-172.
- HERRERA, M. A. 1995. Cultivo de callo de hacha (*Atrina maura*) en el noroeste de México. *Rev. Alternativas*: 10
- WU, R.S.S. 1983. Some aspects of the ecology of *Pinna atropurpurea* Sowerby (Bivalvia:Pinnidae), with a note on the commensal Pontoniine shrimp *Anchistus custos* (Forskal). *Proc. 2nd. Inter. Workshop Malacofauna. Hong Kong*: 421-432.

³ Alfonso Maeda-Martínez, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

CULTIVO DE CAMARÓN *Penaeus* spp.

José Manuel Mazón Suástegui, Francisco Magallón Barajas, Guillermo Portillo Clark y Alfredo Hernández Llamas

RESUMEN

Las primeras experiencias sudcalifornianas en investigación y desarrollo tecnológico para el cultivo del camarón datan de 1984, cuando el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, S.C.) inició un cultivo experimental en una granja experimental en Puerto Chale, B.C.S., con la participación de SEPESCA, Gobierno del Estado, CETMAR-La Paz, CICTUS y la SSCP Ley Federal de Aguas No. 5. Se evaluó el cultivo semi-intensivo y extensivo de camarón azul, *P. stylirostris*, y del camarón café, *P. californiensis*. Las investigaciones actuales incluyen ahora al camarón blanco, *P. vannamei*, pero el mayor esfuerzo se ha dirigido al cultivo en zonas áridas, de especies tolerantes a temperaturas invernales; la infraestructura está concentrada en La Paz, B.C.S. y comprende laboratorios, jaulas flotantes, estanquerías. A nivel comercial, Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V., produce postlarva y cultiva camarón en estanquería supralitoral desde 1989, y Lanz Acuacultores, S.A. de C.V., cultiva camarón en estanquería de mareas, en convenio con el CIBNOR desde 1995. Todo lo anterior sugiere un importante potencial para la producción de postlarvas, camarón de talla comercial y reproductores. De acuerdo con las fuentes consultadas, en Baja California Sur existen 30000 ha potenciales para camaronicultura, incluida la Zona Pacífico Norte, con grandes salitrales adecuados para construir estanques. En esa región deben cultivarse especies tolerantes a las bajas temperaturas, aplicando una tecnología diferente al modelo tradicional. En cambio, el modelo tropical puede aplicarse en el Golfo de California y en la costa Pacífico Sur. Se ha determinado una disponibilidad de 3000 ha efectivas para cultivo semiintensivo de camarón blanco y se estima que podrían producirse 15000 toneladas anuales de camarón entero, con peso promedio de 15 g, considerando una densidad de 20 juveniles/m² y supervivencia del 70%. Para aprovechar este potencial tendría que incrementarse sustancialmente la oferta local de semilla y alimento peletizado, al igual que la infraestructura de procesamiento.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I.A. INTRODUCCIÓN

El desarrollo creciente del cultivo de camarones se debe, en gran medida, a la versatilidad de los sistemas que se aplican, ya que se ofrecen diferentes alternativas de producción para diferentes niveles de inversión y tecnificación, desde los esquemas flexibles de acuicultura extensiva sin bombeo y sin alimentación complementaria, al cultivo hiperintensivo en ambientes altamente controlados de ciclo completo.

Por lo que respecta a nuestro país, durante la última década, el cultivo de especies marinas y, particularmente, el cultivo de camarones peneidos se ha desarrollado considerablemente en la región del Noroeste, particularmente en los estados de Sinaloa, Sonora y Nayarit. El número de granjas y el área de cultivo destinada se han incrementado considerablemente, lo que ha ocurrido simultáneamente con una estabilización seguida por una tendencia a la disminución en la captura del recurso silvestre.

ANTECEDENTES

En el sureste asiático se ha cultivado camarón por más de cinco siglos, utilizando métodos extensivos porque son sencillos, fáciles de practicar y suficientemente conocidos. Las técnicas modernas de cultivo datan de hace unos 25 años y han tenido una rápida aceptación. En Japón, en el año de 1934, Motosaku Fujinaga inició los experimentos para el cultivo controlado del camarón y fue hasta 1959 cuando, bajo su dirección, empezaron a operar las primeras granjas de ciclo completo, con la técnica de criar los camarones desde huevo hasta la fase adulta, proporcionándoles las condiciones de manejo y los alimentos necesarios para cada etapa del desarrollo (Orbe y Arias, 1987).

En México, el recurso camarón es actualmente uno de los más importantes, por su volumen de captura, su alto valor en el mercado y porque de su captura y cultivo depende el sustento de numerosas familias, principalmente en los estados de Sinaloa, Nayarit y Sonora. El cultivo de camarón en nuestro país es de aplicación reciente y se inició en la década de los 70 a nivel experimental en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS), cuyas investigaciones se enfocaron al camarón azul *Penaeus stylirostris* y al camarón café *Penaeus californiensis*, con el objetivo de adaptar la tecnología japonesa a las condiciones de nuestro país (Orbe y Arias, 1987).

De forma paralela, durante el período 1970-1976, la Dirección General de Acuicultura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, inició la construcción de obras tendientes a mejorar las condiciones ambientales de las lagunas litorales, canalizando agua dulce o salada a los cuerpos lagunares mediante la construcción de canales de conducción y apertura de bocas para interconexión con el mar. El resultado fue que se modificaron las condiciones ecológicas de los cuerpos lagunares y se obtuvo, en algunos casos, un mejor crecimiento del camarón, como en el sistema de El Colorado, en Nayarit, las lagunas de Huizache y Caimanero, en Sinaloa y La Joya-Buenavista, en Chiapas (Orbe y Arias, 1987).

Las experiencias de cultivo de camarón en el estado de Baja California Sur corresponden a varios proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y producción comercial, entre los que destacan los siguientes, de acuerdo con CIBNOR (1992) :

a) Proyecto de cultivo experimental de camarón en estanques supralitorales, desarrollado entre 1984 y 1988 en la localidad de Puerto Chale, B.C.S. En este proyecto se evaluaron los cultivos, extensivo y semi-intensivo, de camarones de las especies *Penaeus stylirostris* y *P. californiensis*. Participaron la Delegación Federal de Pesca, el Gobierno del estado de Baja California Sur, la Sociedad Cooperativa Ley Federal de Aguas No. 5, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR,S.C.), el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar y el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora.

b) Granja experimental en el poblado de Malarrimo, B.C.S.

c) Proyecto de cultivo de camarón café (*P. californiensis*) en estanques de concreto, desarrollado entre 1984 y 1989 por el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CET MAR-La Paz), dependiente de la Secretaría de Educación Pública.

d) Granja Comercial de Cultivo de camarón blanco (*P. vannamei*), de la Sociedad Cooperativa Acuicultores de la Península, desarrollado a partir de 1988 y actualmente en operación. El proyecto incluye un laboratorio de maduración de reproductores y producción comercial de postlarvas, además de la engorda de camarón en estanques supralitorales.

e) Proyecto de Cultivo Experimental del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, desarrollado a partir de 1985 y vigente a la fecha. Este proyecto se relaciona con la investigación y desarrollo tecnológico para el cultivo de camarones peneidos en zonas costeras áridas. Incluye las especies de importancia comercial del Mar de Cortés, como son: el camarón blanco *P. vannamei*, el camarón azul *P. stylirostris* y el camarón café *P. californiensis*. En este proyecto se han desarrollado experiencias con el cultivo de especies tolerantes a temperaturas invernales, con tecnologías de cultivo en jaulas flotantes y estanques litorales profundos de alto recambio que hacen uso de la energía de las mareas.

f) Proyecto Piloto-Comercial de cultivo de camarón blanco *P. vannamei* y camarón café *P. californiensis* en estanquería de mareas, desarrollado por la empresa Lanz Acuicultores, S.A. de C.V. mediante convenio de vinculación con el CIBNOR, a partir de 1995, en La Paz, B.C.S.

BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CAMARONES PENEIDOS

Ciclo de vida

El camarón es un crustáceo cuyo ciclo biológico se desarrolla típicamente, tanto en altamar como en las lagunas litorales. Los adultos se reproducen en el mar, las hembras desovan de medio millón a un millón de huevos, que tienen un diámetro de 0.22 a 0.32 mm. A una temperatura de 27 a 29 °C, los huevos fecundados eclosionan en un período que varía de 11 a 18 horas, para dar origen a diferentes estadios larvales (Cook y Murphy 1969, citado por Orbe y Arias, 1987).

Los estadios básicos del desarrollo temprano del camarón son: nauplio, protozoa y mysis. El estadio de nauplio comprende de cinco a seis subestadios; el de protozoa tres; y el de mysis también tres. Después del estadio de mysis, de aproximadamente 4.3 mm de longitud, el camarón se transforma en una postlarva de 5 mm que emigra a las zonas costeras. En el siguiente estadio, el camarón cambia sus hábitos pelágicos a bentónicos y se conoce como juvenil. El juvenil se desarrolla en las lagunas costeras y zonas estuarinas someras donde abundan la vegetación y el detritus con los cuales se alimenta. Cuando los juveniles se convierten en pre-adultos, de una talla aproximada de 10 cm, regresan al mar donde alcanzan la talla adulta y se reproducen (Orbe y Arias, 1987).

Distribución geográfica

De acuerdo con Orbe y Arias (1987) las principales especies de camarón que existen en México, se distribuyen de la siguiente manera:

Penaeus californiensis

Se le conoce como camarón café y es una especie eminentemente marina que posee tético cerrado, de manera que mantiene en su interior el espermatozoo, asegurando la fecundación. La especie puede cultivarse en aguas con salinidades marinas y en esteros con bajas aportaciones de agua dulce y se distribuye en la costa occidental de la Península de Baja California, en el Golfo de California, Colima, Michoacán, Oaxaca y Chiapas.

Penaeus vannamei

El nombre común de esta especie es el de camarón blanco del Pacífico; se desarrolla en sus etapas juveniles en una amplia gama de condiciones de salinidad, pero de manera primordial en aguas salobres. Se distribuye desde el Sur de Sonora hasta el estado de Chiapas. Es la especie dominante en las capturas de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Penaeus stylirostris

Esta especie es el camarón azul, cuyos juveniles se desarrollan principalmente en aguas salobres. Se le encuentra en toda la costa del Pacífico y es una especie dominante en la mayoría de los esteros del noroeste, en el sur de Sonora, Sinaloa, norte de Nayarit y en las costas de Baja California Sur.

Penaeus occidentalis

Esta especie se distribuye en la zona costera de los estados de Oaxaca y Chiapas.

Penaeus setiferus

Se le conoce como camarón rosado y se distribuye desde Tamaulipas hasta Campeche, observándose mayor abundancia en la porción norte del Golfo de México. Se localiza principalmente en las bocas de lagunas costeras y ríos o en áreas costeras con una profundidad menor a los 25 metros

Penaeus aztecus

El nombre común de esta especie es el de camarón café del Golfo. Se distribuye desde Tamaulipas hasta Yucatán, predominando sobre todo desde la desembocadura del Río Bravo hasta la Laguna de Términos. Es una especie profundamente oceánica, con un menor grado de dependencia de las lagunas litorales que el camarón blanco y se captura en áreas con profundidades de hasta 50 metros.

Penaeus duorarum

Se le conoce como camarón rosado y se encuentra en todo el Golfo de México y el Mar Caribe mexicano, principalmente al occidente de la Península de Yucatán. Es una especie de hábitos oceánicos que se encuentra asociada en bajo grado a las lagunas litorales y se captura en profundidades de hasta 90 metros.

INDICADORES BIOECOLÓGICOS DE LAS ESPECIES IMPORTANTES

En los litorales mexicanos existen ocho especies de importancia comercial, de las cuales cuatro se distribuyen en el Pacífico, tres en el Golfo de México y una en el Mar Caribe. La tecnología de cultivo sólo ha sido validada para la mitad de ellas. En la tabla 1 se presentan las principales características bioecológicas y el nivel de dominio tecnológico para su cultivo.

Tabla 1.- Indicadores Biológicos y tecnológicos para las principales especies de camarones del género *Penaeus* (tomado de SEPESCA-CINVESTAV, 1994).

	Distribución en México	Temp. adecuada (°C)	Salinidad adecuada	Crec. en cautiverio	Tecnología de cultivo (clave)
<i>P. Vannamei</i>	Pacífico	25 a 33	16 a 42	a	d
<i>P. stylirostris</i>	Pacífico	18 a 28	25 a 45	a	d
<i>P. californiensis</i>	Pacífico	26 a 33	30 a 40	b	e
<i>P. brevisrostris</i>	Pacífico	g	g	g	g
<i>P. aztecus</i>	Golfo México	18 a 30	28 a 36	c	f
<i>P. duorarum</i>	Golfo México	25 a 30	30 a 40	c	f
<i>P. setiferus</i>	Golfo México	25 a 33	15 a 26	b	e
<i>P. brasiliensis</i>	Caribe	25 a 38	30 a 38	f	f

a) Muy bueno (>1.5 g/semana)

b) Bueno (0.5 a 1.0 g/semana)

c) Malo o regular (<0.5 g/semana)

d) Amplia validación comercial

e) Validación piloto-comercial

f) Experimental

g) No determinada

I.B. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

La clave del éxito de un proyecto camaronícola está en la aplicación apropiada de la tecnología de cultivo para maximizar la producción al menor costo posible. La ganancia obtenida por hectárea de estanque de cultivo es muy sensible a los volúmenes producidos y al tamaño de los animales obtenidos. El precio del mercado varía considerablemente con el tamaño de los organismos, de modo que los animales más grandes alcanzan un precio considerablemente mayor que los pequeños (Villarreal-Colmenares, 1992).

El volumen de producción depende de las densidades de cultivo en los estanques y de su manejo. Desde el punto de vista de los niveles de densidad y producción, los sistemas de cultivo pueden ser clasificados en extensivos, semi-intensivos e intensivos.

CULTIVO EXTENSIVO

El cultivo extensivo de camarón es una modalidad ampliamente utilizada desde los orígenes de la actividad, por la facilidad que representa su manejo. Los sistemas extensivos utilizan densidades de siembra menores a 10 camarones/m², no requieren de una tecnología muy sofisticada, los niveles de alimentación requeridos también son bajos (Villarreal-Colmenares, 1992) y generalmente se aplican en estanquerías de grandes extensiones.

El método más común utiliza la marea para efectuar los recambios de agua y no se aplican fertilizantes ni alimentación suplementaria. Como resultado de este cultivo se obtienen rendimientos de 100 a 500 kg/ha, además de otros organismos como peces y jaibas (Orbe y Arias, 1987).

CULTIVO SEMINTENSIVO

Esta tecnología es la más utilizada y se caracteriza porque sus densidades de siembra van de 10 a 30 camarones/m². La alimentación suplementaria y el recambio de agua se incrementan y es indispensable un manejo apropiado de los estanques para obtener rendimientos óptimos (Villarreal-Colmenares, 1992). El recambio de agua normalmente se hace mediante bombeo y los rendimientos de producción se encuentran entre 500 y 1800 kg/ha. Adicionalmente, se caracteriza porque los estanques regularmente son de 5 a 10 ha.

CULTIVO INTENSIVO

Los primeros modelos de cultivo intensivo fueron desarrollados en Japón por M. Fujinaga y se han difundido mundialmente con adecuaciones e innovaciones diversas. En la actualidad, el cultivo intensivo de uso más difundido a nivel mundial es el que tiene como base el modelo taiwanés, desarrollado para el cultivo de *P. monodon*. Se fundamenta en el manejo de estanques de pequeñas dimensiones (normalmente de tierra), crianza a altas densidades, uso de fertilizantes, alimentos suplementarios y aireación. Las densidades de siembra (30 a 100 camarones/m²) permiten producciones de 2000 hasta 18 000 kg/ha.

Otro tipo de cultivos intensivos han sido subclasificados como hiperintensivos. Tal es el caso del desarrollado para el cultivo de camarón azul (*P. stylirostris*) por el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS). La tecnología incluye la producción de semilla y su engorda en canales de flujo en los que se han obtenido producciones de hasta 50 t/ha/año. Otra variante hiperintensiva utiliza estanques de tierra pequeños forrados de plástico o estanques circulares de concreto. La viabilidad económica de estos sistemas, sin embargo, aún no ha sido demostrada plenamente y se considera que estas tecnologías deberán tener todavía un desarrollo complementario.

Tomando en cuenta las características particulares de Baja California Sur, se han identificado algunos enfoques relativos al desarrollo de tecnologías de cultivo apropiadas a las condiciones presentes en la entidad. Uno de ellos enfatiza la consideración del tipo de estanquería como elemento estratégico para resolver la problemática específica que enfrenta el cultivo del camarón en las zonas áridas y semiáridas.

La estanquería utilizada para el cultivo de camarón a nivel mundial es muy variable en cuanto a tamaño y forma, profundidad, modelo constructivo y operación, pero se pueden diferenciar dos tipos: los llamados estanques supralitorales y los llamados litorales o intermareales. Los estanques supralitorales se construyen en terrenos ubicados sobre el nivel de la marea y requieren de un subsidio energético, parcial o total, en bombeo de agua para llenar los estanques y realizar el recambio diario que el cultivo necesita. Los estanques litorales o intermareales se construyen en la zona ubicada entre las mareas máximas y mínimas, lo que permite llenarlos y llevar a cabo el recambio diario del agua utilizando la energía de las mareas derivada de la oscilación continua del nivel de mar (CIBNOR, 1992).

Estanquería supralitoral

En su concepto más amplio, el modelo de estanquería supralitoral requiere profundidades de operación de 0.8 a 2.0 m y recambios diarios del agua que fluctúan entre el 5 y el 100% del volumen total, de acuerdo con el nivel de intensificación del cultivo. El modelo dominante ha sido desarrollado en Ecuador y utiliza estanquería con una profundidad promedio de 0.8 m y requiere de 5 a 10 % de recambio diario, durante ciclos de cultivo que van de los 120 a los 180 días. Este modelo de estanquería presenta algunos inconvenientes para su aplicación generalizada en Baja

California Sur, ya que los estanques someros de bajo recambio, que son muy apropiados para las zonas tropicales, presentan inestabilidad térmica y elevación de la salinidad en las zonas áridas y semiáridas, donde son comunes las precipitaciones pluviales inferiores a 500 mm, los escasos aportes continentales de agua dulce, las altas tasas de evaporación y una elevada oscilación térmica del aire (CIBNOR, 1992).

Estanquería litoral

El modelo de estanquería litoral fue desarrollado en la región del Indopacífico y constituye actualmente el pilar de la acuicultura de esa región, considerada como la más importante en la producción de camarón cultivado a nivel mundial. Este modelo de estanquería, que utiliza la marea para el llenado y recambio de los estanques, ha permitido intensificar los cultivos sin incrementar el subsidio energético, prolongar los tiempos de cultivo sin incrementar los costos operativos derivados del recambio de agua y, adicionalmente, ha ofrecido mejores condiciones técnicas y económicas para el control de la calidad del agua y la estratificación térmica en las zonas costeras áridas y semiáridas (CIBNOR, 1992).

El uso de este modelo tecnológico no se generalizó en nuestro país por diversas circunstancias. Las tendencias al incremento de los precios del camarón en los mercados mundiales, al inicio de la camaronicultura y durante sus primeros años de desarrollo, que fue cuando se seleccionaron los modelos productivos, indicaban excelentes márgenes de utilidad, sin importar el costo energético asociado a la estanquería supralitoral y, por otro lado, la importación de tecnología ha tenido una función muy importante, ya que los asesores técnicos disponibles en el país fueron formados principalmente en la experiencia ecuatoriana e incorporaron métodos de control de depredadores, competidores y manejo de fondos, que resultan más sencillos que los que requeriría el modelo litoral (CIBNOR, 1992).

SELECCIÓN DE SITIOS DE CULTIVO

En el proceso de selección de terrenos para la construcción de granjas camaronícolas, se hace necesario realizar un estudio detallado de los principales factores fisicoquímicos de las aguas y suelos, ya que la calidad de éstos es un factor crítico para el cultivo. Entre los principales factores que deben ser analizados en un proceso de selección de sitios, se pueden mencionar los siguientes (Villarreal-Colmenares, 1992):

Temperatura del agua. Es probablemente el parámetro más importante a considerar; las bajas temperaturas del agua pueden retardar el crecimiento del camarón.

Salinidad del agua. Para el laboratorio de cría de camarones marinos se hace necesario el uso de agua salada (30 a 35 ‰) y no se toleran cambios drásticos. Para la engorda es posible una gama más amplia de posibilidades, dado que algunas especies, como el camarón blanco *P. vannamei*, pueden cultivarse desde salinidades cercanas al agua dulce hasta condiciones hipersalinas.

Calidad del suelo. Es muy importante para la construcción de los estanques de engorda. La composición granulométrica del suelo debe ser apropiada, con un alto contenido de arcilla y limo. Se deben evitar suelos con presencia de pesticidas y metales pesados.

Otros parámetros. El potencial de hidrógeno (pH), compuestos de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes o contaminantes, pesticidas, metales pesados, bacterias coliformes, etc., pueden afectar el desarrollo del camarón, por lo que deben tomarse muy en cuenta durante el proceso de selección de sitios, para evitar bajos rendimientos en la producción.

Infraestructura y servicios. La cercanía de centros de población o zonas industriales representa un peligro potencial, en términos de contaminación del agua, pero simultáneamente la existencia de buenas vías de acceso y disponibilidad de servicios públicos básicos, como agua y electricidad, son indispensables.

PRODUCCIÓN DE POSTLARVAS

Las postlarvas representan el punto de partida de los proyectos de engorda y pueden obtenerse capturándolas del medio natural, durante la temporada reproductiva de la especie que se desee cultivar. En los estados de Sonora y Sinaloa es muy común la captura de postlarva silvestre para proveer de semilla algunos proyectos comerciales. En algunos casos, las postlarvas penetran incidentalmente con el bombeo de agua a las instalaciones de engorda. Sin embargo, un método más seguro de proveerse de semillas es producirla en condiciones controladas, en laboratorios de diseño específico, donde se maduran los reproductores, se realiza el desove para la obtención de huevos fertilizados y se cultivan los diferentes estadios larvales hasta llegar a la fase de postlarva.

I.C. MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD

Los esfuerzos iniciales para promover el cultivo comercial de camarón en el país se orientaron al sector social; es decir, a las cooperativas y los ejidos. La decisión de restringir la actividad al sector social, la baja disponibilidad de recursos financieros, la desorganización de muchos de los grupos sociales interesados en el cultivo y las experiencias negativas de inversionistas que se asociaron con ejidos y cooperativas para desarrollar proyectos comerciales, condujo a la obtención de resultados muy pobres y las cosechas consignadas hasta 1986 fueron mínimas.

Con este antecedente en acuicultura y por el hecho de haber llevado a la pesquería a su rendimiento máximo sostenible, el país perdió el liderazgo del mercado camaronero de los Estados Unidos de América. A partir de 1986, el gobierno inició una serie de modificaciones a la Ley Federal de Pesca que actualmente permiten la inversión privada en la industria acuícola. Las cosechas han aumentado, de aproximadamente 200 toneladas en 1985 a más de 13000 toneladas en 1994 (Anuario Estadístico de Pesca, 1994).

Actualmente la inversión extranjera puede ser de hasta el 100% en actividades acuícolas y las concesiones para acuicultura en terrenos de jurisdicción federal (ZOFEMAT), aptos para la construcción de estanquería de cultivo, se otorgan hasta por un período de 50 años, prorrogable a su vencimiento. Adicionalmente, ya no se requiere concesión acuícola si las instalaciones de cultivo se construyen en un terreno privado o ejidal.

Finalmente, la legislación agraria permite la venta de terrenos ejidales y proporciona un sólido respaldo jurídico para el establecimiento de contratos de asociación entre los ejidatarios y los inversionistas privados. Con estas facilidades legales se espera un despegue importante de la acuicultura en toda la región noroeste del país, incluido el estado de Baja California Sur.

Los cambios recientemente realizados en el marco legal demuestran que la acuicultura es una prioridad económica para México, por su potencialidad para generar alimentos para el consumo interno, el uso de tecnologías de bajo impacto al ambiente, su gran capacidad para la generación de empleos permanentes y productos de alto valor en el mercado internacional, lo cual estimula el desarrollo regional equilibrado (SEPESCA-MEXIVAL/BANPAIS, 1993).

I.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

En Baja California Sur los productores están organizados en 79 cooperativas que agrupan cerca de la mitad de los pescadores existentes en la entidad. De éstas, sólo cinco tienen como actividad exclusiva la acuicultura estando orientadas al cultivo de moluscos. Cerca de un 40% de los pescadores son libres y el 10% se encuentra integrado a alguna organización de servicios para la pesca deportiva. Menos del 5% de las personas dedicadas a la actividad pesquera son permisionarios afiliados a la Cámara Nacional de la Industria Pesquera y aunque éstos mantienen su interés por la acuicultura de camarón, no han incursionado aún en proyectos de engorda mayores de 5 ha (CIBNOR, 1992).

Actualmente existen dos productores que se dedican al cultivo de camarón: “Acuacultores de La Paz, S.A.” y “Lanz Acuacultores, S.A.” (en convenio con el CIBNOR).

De acuerdo con estudios realizados por el CIBNOR, S. C., existe un escaso desarrollo en el sector productivo, debido entre otras causas, a que la agricultura está limitada por la escasez de agua para riego, la ganadería por sus bajos índices de agostadero y la industria por el propio aislamiento geográfico de la entidad. Por otro lado, el escaso desarrollo de la camaronicultura en la región no sólo se explica en términos de la incertidumbre relativa de la rentabilidad del cultivo, sino además, por las limitaciones que presenta un esquema tecnológico de baja eficiencia para algunas de las condiciones climáticas presentes en Baja California Sur. Sin embargo, existen importantes oportunidades para el desarrollo del sector productivo y el empleo, mediante la aplicación de tecnologías adecuadas y especies propias para el cultivo en las zonas costeras áridas.

I.E. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

El camarón es, sin duda, el marisco más popular en el mundo. Se comercializa principalmente fresco-entero, fresco-descabezado y descabezado-congelado. El camarón congelado no sólo es ampliamente aceptado por la población, sino que es superior en calidad al producto fresco, cuya vida de anaquel es limitada y, en consecuencia, tiene un mercado pequeño y básicamente regional. Las características del mercado y comercialización del camarón se describen enseguida, a partir de la información de BANCOMEXT-SEMARNAP (1995).

MERCADO NACIONAL

Oferta

En 1994, los principales estados mexicanos productores de camarón por acuicultura fueron: Sinaloa con 27128 t (35.59%), Sonora con 14215 t (18.621%), Tamaulipas con 12648 t (16.57%) y Baja California Sur con 293 t (0.38%). La producción por acuicultura representó el 17.21% del total nacional en 1994, con un volumen de 13138 t y fue obtenido en una superficie de aproximadamente 11000 ha. Este volumen contrasta con la producción de 1989, de tan sólo 2,846 toneladas y representa un aumento de 461.63% en sólo 5 años. En comparación, la captura de camarón silvestre se ha mantenido en alrededor de 70000 t durante los últimos 10 años (Anuario Estadístico de Pesca, 1994).

Del total de la producción nacional de camarón cultivado, la mayor parte se destina al mercado nacional y solamente un 10% se exporta. Esto se debe a que actualmente el mercado interno paga

muy buen precio, comprándose a pie de granja, sin necesidad de darle un procesamiento adicional. Solamente las granjas del estado de Sonora y norte de Sinaloa están exportando hacia los Estados Unidos de América y esto se debe a que se obtienen menos de dos ciclos de cultivo al año y se deja crecer al camarón a tallas grandes.

Demanda

El consumo nacional aparente de camarón se ha incrementado significativamente. En 1990 se consumieron 25318 t y para 1994 aumentó a 30646 t, lo cual indica un incremento de 82.61% en estos cuatro años (Anuario Estadístico de Pesca, 1994).

El consumo del camarón per cápita se ha venido incrementando en la última década, alcanzando 340 g por año. Aunque este consumo es cerca de tres veces menor que el estadounidense, es muy significativo, si se considera que el ingreso per cápita es mucho menor en México que en ese país. A pesar de ser el principal producto pesquero de exportación, en 1993 el 73% de la producción total se destinó al consumo interno (Anuario Estadístico de Pesca, 1994).

Presentación del Producto

El camarón mexicano se comercializa principalmente bajo dos presentaciones: entero-fresco para el mercado nacional y descabezado, con cáscara y congelado para la exportación. La presentación entero-fresco corresponde a camarón pequeño capturado en esteros, bahías y lagunas costeras. En esta categoría se incluye también al camarón de cultivo. La presentación descabezado, con cáscara y congelado corresponde a las tallas medianas y grandes (menos de 35 colas por libra) que son capturadas en alta mar y en las bahías del noroeste del país.

Precios

En el Pacífico se captura el camarón azul *P. stylirostris* y el camarón blanco *P. vannamei*, que se exportan como especies de primera calidad; así como el camarón café *P. californiensis* y el cristal *P. brevisrostris*, los cuales se consideran de menor calidad en el mercado. De igual forma, en el Golfo de México el camarón café *P. aztecus* tiene los precios más bajos, mientras que el camarón dorado *P. duorarum* y el blanco *P. setiferus* son especies de mayor calidad.

En el caso del camarón cultivado *P. vannamei* el precio del kilogramo a pie de granja es de \$1.00 por cada gramo de peso individual para camarones de hasta 15 g, más un sobreprecio que fluctúa de \$6.50 a \$10.00. Los factores que influyen en el precio del camarón a pie de granja son: la presencia del camarón de captura y la estacionalidad. En Semana Santa y Cuaresma, el aumento en la demanda del producto incrementa su precio y en promedio se puede obtener un precio más alto en el mercado nacional que en el mercado internacional. Esta tendencia se revertirá en la medida en que aumente la producción de camarón por acuicultura y se haga necesario colocar una parte importante de la producción acuícola en el mercado de exportación.

MERCADO INTERNACIONAL

Oferta

El camarón constituye el principal producto pesquero de exportación. México fue el principal proveedor de Estados Unidos de América hasta 1986. Sin embargo, el éxito de los programas camaronícolas de Ecuador y China determinó que para 1987 México fuera desplazado hasta el cuarto lugar. Como consecuencia, China se colocó como primer proveedor de camarón de los Estados Unidos de América en 1988 y en 1993; Tailandia, Ecuador y China ocuparon los primeros tres lugares, con México en el cuarto sitio.

En 1989 nuestro país exportó 27,400 t de camarón descabezado y congelado a los E.U.A. Sin embargo, en 1992 se registró una disminución del 50% y se exportaron solamente 13680 t. Para 1994 se observó una mejoría, al exportar 28836 t provenientes principalmente de un incremento en la producción nacional y de la elevación de precios en el mercado de E.U.A. La exportación de camarón mexicano hacia el mercado estadounidense, actualmente, oscila entre 267 y 309 millones de dólares anuales.

Por lo que respecta al ámbito mundial, la pesca del camarón oceánico ha sobrepasado ya los límites del rendimiento máximo sostenible y se espera que la producción por captura tienda a disminuir en la medida en que las poblaciones naturales se estabilicen o declinen, lo que afectará negativamente la rentabilidad de la actividad pesquera. La producción mundial total anual de camarón, capturado y de cultivo, fue de cerca de 1735600 t en 1982 y aumentó a 2912000 t en 1992. La mayor parte de este incremento se debió al camarón cultivado y se espera continuidad en esa tendencia (Anuario Estadístico de Pesca, 1994).

La producción de camarón por acuicultura registró, sin embargo, una importante disminución en 1993, reduciéndose a 609000 t de camarón entero, representando una disminución del 16% en comparación con las 721000 t producidas en 1992. China tuvo la caída más importante, con una disminución del 70% en su producción; Indonesia y Ecuador tuvieron también reducciones significativas, debido a enfermedades que atacaron a sus cultivos, y con ello, en 1993, Tailandia pasó a ser el principal productor a nivel mundial, Ecuador el segundo, Indonesia el tercero e India el cuarto.

En el caso del hemisferio occidental, Ecuador produjo 90000 t de camarón entero (68.2% de América), México 11846 t, Colombia y Honduras produjeron 9000 t cada uno y los Estados Unidos 3000 t. Las principales especies son: el camarón blanco *P. vannamei* y el camarón azul *P. stylirostris*.

Por lo que se refiere a la producción de camarón del hemisferio oriental, en 1993 Tailandia produjo 155000 t, el 80% de la producción fue *P. monodon*, 10% de otras especies y un 5% de langostino *Macrobrachium rosenbergii*. Indonesia produjo 80000 t, el 80% de su producción fue de *P. monodon*, 10% de *P. indicus* y 10% de *P. merguensis*. India produjo 60000 t, el 60% de *P. monodon*, 20% de *P. indicus* y 20% de otros penéidos. China produjo 50000 t, 75% de *P. chinensis*, 15% de *P. monodon* y el 10% de *P. penicillatus*. En Vietnam la producción de 4000 t se distribuyó en un 75% de *P. monodon*, 20% de *P. merguensis* y 5% de *P. indicus*. Bangladesh produjo 30000 t, con 70% de *P. monodon*, 20% de otros penéidos y 10% de langostino *Macrobrachium rosenbergii*. Filipinas produjo 25000 t, con un 95% de *P. monodon*, 2% de *P. indicus* y 3% de *P. merguensis*. Taiwán produjo 25000 t, con un 75% de *P. monodon*, 20% de *P. japonicus* y 5% de *Metapenaeus ensis*.

En cuanto a la composición específica de la producción mundial de camarón, el 56% corresponde al camarón tigre negro *P. monodon*, el 19% al camarón blanco, *P. vannamei*, el 6% al camarón blanco chino *P. chinensis* y el 19% a otras especies de penéidos.

En el caso de México, el total de la captura doméstica alcanzó un máximo de 211000 t en 1977 y desde entonces a la fecha la tendencia de la captura ha sido declinante. En 1992 la captura de camarón fue de 66215 t y en 1994 fue de 76324 t.

Demanda

Los dos grandes mercados internacionales de camarón son Japón y los Estados Unidos de América, que consumen alrededor del 22.5% y el 20.8%, respectivamente, del total de la producción mundial. En 1970, E.U.A. consumía el doble que Japón, pero a partir de 1989, Japón pasó a ser el primer consumidor a nivel mundial. El consumo mundial de camarón creció

sostenidamente, a un ritmo promedio de 3% anual, durante el período de 1980 a 1988, mientras que los mercados más grandes, como Japón y E.U.A., crecieron a un promedio de 5.4 y 7.5%, respectivamente, durante este mismo período.

Del total de las exportaciones del hemisferio occidental, los Estados Unidos de América consumen el 75% y Europa occidental el 25% (particularmente Francia y España). Es por esto que para México el mercado más importante es el estadounidense.

Las importaciones norteamericanas de camarón aumentaron de manera constante durante los últimos 10 años, incrementándose 68% en este mismo período. El crecimiento de la demanda del camarón en los E.U.A. ha mostrado un comportamiento explosivo en los últimos años. En 1992 el consumo de camarón per cápita alcanzó una cifra récord de 1.14 kg. Su abasto interno se cubre de manera creciente con importaciones. Las importaciones totales de camarón a E.U.A. son del orden de 270000 t y las exportaciones mexicanas representan sólo el 7% en volumen. Se considera que el 60% del consumo de camarón en Estados Unidos es producto de la acuicultura.

En el caso de Japón el consumo de camarón per cápita fue de 1.7 kg en 1970, 2.6 kg en 1980 y 3.8 kg en 1988. Este rápido crecimiento en el consumo se debe al incremento del nivel de vida de los japoneses durante este período y a los efectos de revalorización del yen, que significó para los consumidores una reducción importante en los precios reales del camarón. Japón es el mercado más importante para la producción del hemisferio occidental y sus importaciones totales en 1993 fueron de 301000 toneladas.

Para Europa el abasto ha provenido principalmente de la captura de especies de aguas frías del Mar del Norte, cuya declinación en la producción ha estimulado el mercado de camarones tropicales, particularmente en Francia y España, donde el consumo principal es de camarón con cabeza. También la Comunidad Europea ha tenido un crecimiento importante en el consumo de camarón durante la década pasada, junto con su desarrollo económico. España se ha convertido en el principal consumidor de camarón en Europa con 2 kg per cápita en 1990. Italia y el Reino Unido duplicaron su consumo de camarón, alcanzando 0.85 kg per cápita. Otros países europeos como Bélgica, Alemania, Francia y Holanda han mostrado también crecimientos importantes en el consumo.

Formas de Presentación

La presentación que tradicionalmente ha exportado México es la de congelado-descabezado-con cáscara. El producto se congela en cajas de 5 lb (2.3 kg) llamadas "marketas", las cuales se empacan, a su vez, en cajas de cartón denominadas "master". También se comercializa sin cáscara-desvenado, es decir, habiendo quitado el intestino y la gónada de la parte dorsal y retirado el caparazón. El precio dependerá de la calidad y de la talla de los camarones, dependiendo del número de colas por libra. Los camarones blancos y rojos son los de mayor calidad y los de menor calidad son los camarones cafés.

En los Estados Unidos de América el camarón se vende principalmente en la presentación congelado-descabezado-sin pelar (57%), pero también se vende congelado-descabezado-pelado (38%), enlatado (1.4%) y en otras presentaciones (4%). Para la exportación en el mercado europeo se debe considerar la presentación entero-congelado.

Precios

De la comparación de los precios de las principales especies de camarón que se consumen en los Estados Unidos de América se puede observar que el camarón tigre asiático mantiene los precios más bajos, le sigue el camarón blanco importado de Ecuador y el más caro es el camarón mexicano. Esto obedece a que el camarón mexicano y en especial el comercializado por la

compañía Ocean Garden, tiene la más alta calidad y de ello se deriva su precio más elevado, llegándose a cotizar a 8.90 dlls. por libra para la categoría U/15, 7.90 dlls. para 16/20, 6.55 dlls. para 21/25, 5.75 dlls. para 26/30, 5.35 dlls. para 31/35, 5.25 dlls. para 36/40, 5.05 dlls. para 41/50 y 4.30 dlls. para el camarón de talla 51/60.

CONCLUSIÓN

A manera de conclusión, es posible señalar que la producción de camarón por pesca ha disminuido, que las economías de los principales países importadores, como Estados Unidos de América, Japón y Europa se han mantenido fuertes y que los consumos per cápita seguirán incrementándose. Por lo anterior, se espera que los precios del camarón se mantengan estables en un futuro. Estas condiciones y tendencias de mercado permiten prever que se puede incrementar de manera importante la exportación de camarón mexicano producido por acuicultura, sin que se presenten problemas de mercado ni de precios (BANCOMEXT-SEMARNAP, 1995).

II. POTENCIAL DE CULTIVO

Baja California Sur ofrece un importante potencial para el cultivo de camarón, pero deben superarse algunos factores limitantes; los más relevantes son la temperatura del agua y la carencia de servicios en la mayor parte de los sitios potenciales, a causa del aislamiento geográfico natural de la península.

Por lo que respecta a la eficiencia tecnológica del cultivo, se pueden definir como factores críticos las bajas tasas de crecimiento durante la engorda y la reducción del número de cosechas por año, sobre todo en la región Pacífico Norte, a causa del régimen climático imperante y las altas tasas de evaporación.

Con respecto a los costos de producción, se pueden definir como factores limitantes, pero con posibilidad de solución, la disponibilidad de crías y de alimentos balanceados a un precio competitivo. Con respecto a los costos de operación, se pueden citar las dificultades derivadas de las distancias que sería necesario recorrer para los movimientos de materiales e insumos y personal, incluyendo el transporte de la producción a los lugares de maquila.

Para efectos de una estimación general, el potencial de cultivo camarónico para Baja California Sur se puede dividir en tres aspectos:

Producción de postlarvas

Producción de reproductores seleccionados

Producción de camarón para consumo

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

Producción de postlarvas

Baja California Sur es una entidad cuyas aguas marinas son de excelente calidad por la mínima presencia de actividades industriales y agropecuarias, que generalmente son fuentes de contaminación por desechos químicos, pesticidas, etc., en otras entidades del país, además de que

por tener un bajo índice de población, la contaminación urbana derivada de los asentamientos humanos es también muy limitada.

En consecuencia, existen las condiciones óptimas para el establecimiento de laboratorios de producción comercial de postlarvas, no sólo para cubrir las necesidades locales, sino para proveer a todos los proyectos del país. La experiencia de Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V. es por demás demostrativa. El laboratorio de producción de semilla de APSA tiene la más alta calificación entre las unidades de producción que operan en México, se encuentra ubicado estratégicamente en la ciudad capital del Estado, aplicando exclusivamente tecnología mexicana y prácticamente la totalidad de su producción de postlarvas es absorbida por granjas camaroneras de Sonora, Sinaloa y Nayarit.

Producción de reproductores seleccionados

Las investigaciones recientes desarrolladas por el CIBNOR, S.C., en materia de investigación y desarrollo tecnológico para el cultivo de camarón, en coordinación con las empresas Lanz Acuacultores S.A. de C.V. y Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V., han abierto la posibilidad de producir reproductores de camarón en estanquería intermareal. Algunos lotes de reproductores de camarón blanco *Penaeus vannamei* cultivados en estas instalaciones han sido utilizados exitosamente en la producción comercial de postlarvas. Por otro lado, existen avances importantes en los estudios de re-maduración gonádica de los reproductores de camarón blanco después de que aparentemente habían concluido su período reproductivo o vida útil, de acuerdo a los estándares de la unidad de maduración del laboratorio productor de semillas de APSA (com. pers. Malagamba-Ansótegui, 1996¹).

Sistemas de engorda

De acuerdo con información de la Dirección de Fomento Pesquero del Gobierno del estado de Baja California Sur y del Departamento de Acuicultura de la Delegación Federal de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, existen alrededor de 30000 hectáreas de terrenos susceptibles para el establecimiento de granjas camaroneras. Existen también diversos proyectos comerciales y algunos estudios (France Aquaculture, 1985) que muestran la potencialidad de la camaronicultura.

Sin embargo, una gran proporción de las grandes áreas, geológica y topográficamente adecuadas para la construcción de granjas camaroneras de tipo extensivo, se ubican en la región del Pacífico norte, con características templado-tropicales que ameritan un manejo técnico diferente al modelo de acuicultura tropical aplicado a nivel comercial en la costa del Golfo de California (Bahía de La Paz) y a nivel experimental-piloto en la porción centro-sur de la costa del Pacífico (Bahía Magdalena-Santo Domingo).

Estimaciones más conservadoras, hechas con base en sitios identificados principalmente en la porción centro y sur del Estado, determinan la existencia de 3000 hectáreas para ser cultivadas con *P. vannamei* (com. pers. Malagamba-Ansótegui, 1996¹).

Suponiendo la factibilidad de construir estanquería en 3000 hectáreas efectivas de cultivo semi-intensivo, con dos cosechas anuales y un rendimiento promedio de 5 t/ha/año, inferior al obtenido por Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V. (com. pers. Malagamba-Ansótegui, 1996¹), se tendría un potencial de 15000 toneladas anuales de camarón entero.

¹ Jaime Malagamba-Ansótegui, Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V., La Paz, B.C.S.

De acuerdo con BANCOMEXT-SEMARNAP (1995) esta producción derivaría de la siembra inicial de postlarvas en cantidad suficiente para lograr una densidad intermedia de 20 juveniles/m², cuya supervivencia debiera ser superior al 70% para producir camarones de 15 gramos de peso total. A título de comparación, el proyecto acuícola "Camaronera El Datilito", promovido por APSA de C.V. (250 hectáreas semiintensivas en la Bahía de La Paz), contempla una producción anual de 8 t/ha (SEPESCA-MEXIVAL/BANPAIS, 1993), por lo que una producción promedio de 5 t/ha/año parece ser razonable.

II.B. APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

La selección de las especies a cultivar, de los productos a ofrecer (nauplios, larvas, reproductores o camarón comercial para consumo) y de los esquemas de cultivo para las diferentes regiones de Baja California Sur tendrá una función fundamental en el incremento de la eficiencia tecnológica y la calidad de los productos cultivados. El aprovechamiento de una parte importante del potencial, con las tecnologías actuales, enfrenta las siguientes limitantes: temperaturas menores a 25 °C en la estación invernal, salinidades mayores a 35 ‰, una cosecha al año con duración mayor de 150 días centrados en la estación cálida, tallas menores de 20 g, así como una demanda de postlarvas y oferta de producto variables a lo largo del año (CIBNOR, 1992). Para enfrentarlo, deberán adaptarse diferentes enfoques y modelos de producción en las distintas regiones del Estado.

Sin embargo, la experiencia de Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V. es un excelente ejemplo de cómo se puede aprovechar el potencial camaronícola de Baja California Sur. De acuerdo con las estadísticas del Departamento de Acuicultura de la SEMARNAP, APSA produjo en 1994, 60 millones de postlarvas en sus instalaciones de laboratorio y 75 toneladas de camarón blanco en su estanquería de 11 hectáreas, ubicada en Playa Eréndira, carretera a Pichilingue, en la ciudad de La Paz, B.C.S.

DISPONIBILIDAD DE INSUMOS, MATERIALES, EQUIPOS Y MANO DE OBRA

Semilla

En la ciudad de La Paz se ubican los laboratorios de producción de postlarvas de camarón de la empresa Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V., con una capacidad de producción máxima de 200 millones de postlarvas de camarón blanco *P. vannamei* anuales y el del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMAR-La Paz) con una capacidad de producción de 12 millones de postlarvas. También en La Paz, se localizan los laboratorios de cultivos marinos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, S.C.), con capacidad de producción de 20 millones de postlarvas de camarón café *P. californiensis* anuales.

Para sembrar 3000 hectáreas de estanquería semi intensiva, con una densidad de 20 postlarvas por metro cuadrado, se requerirían 600 millones de post-larvas por cada ciclo de engorda o 1200 millones anuales (dos ciclos anuales), lo que da una idea de las necesidades de expansión de la infraestructura productora de semilla.

Alimento peletizado

En relación con la oferta de alimento balanceado para camarón, en la ciudad de La Paz se cuenta con una planta de la empresa Promotora Industrial Acuasistemas, S.A. de C.V., (PIASA) que tiene una capacidad instalada para producir dos toneladas por hora de alimento peletizado para camarón.

Esta compañía produce alimento con diferentes porcentajes de proteína para la alimentación de larvas, preengorda de crías y engorda a la talla comercial, cuya producción abastece la demanda local y parte de los estados de Sinaloa y Sonora. Adicionalmente, se cuenta con el abastecimiento de alimento balanceado de las empresas Purina y Rangen.

Aplicando una tasa de conversión de 2:1, para operar 3000 ha de estanquería semi-intensiva y producir 15000 toneladas anuales de camarón, se necesitarían 30000 toneladas de alimento peletizado. Esto refleja las necesidades de expansión de la industria.

Servicios de procesamiento

Las plantas industriales pesqueras que operan en Baja California Sur se encuentran distribuidas en los tres sectores, correspondiéndole un 60% al sector privado, 35% al sector social y un 5% al sector educativo. Algunas plantas cuentan con diversos procesos, como enhielado, fileteado, congelado, enlatado y almacenamiento. Por otra parte, las fábricas de hielo que operan en el Estado son 12, contándose además con 14 que están integradas a las plantas industriales, dando como resultado un total de 24 plantas totalmente equipadas y en funcionamiento, de las cuales nueve pertenecen al municipio de La Paz. La red de frío en La Paz cuenta, además, con seis frigoríficos. De las ocho plantas industriales pesqueras de La Paz, cuatro congelan productos marinos y una los enlata (CIBNOR, 1992).

De este análisis se deduce que existen opciones para contratar servicios para el procesamiento del camarón cultivado sin necesidad de incorporar nueva infraestructura. Sin embargo, esta infraestructura está dispersa en todo el Estado y mucha de ella es obsoleta o inoperante, porque fue diseñada para determinadas líneas de productos. En consecuencia, lo más recomendable sería disponer de infraestructura moderna que cumpla plenamente con las condiciones actuales del mercado y pueda ser certificada para procesar camarón de exportación para E.U.A. y nuevas presentaciones para el mercado europeo y asiático.

Materiales y equipos diversos

A nivel local existen importantes proveedores de bienes y servicios para la pesca y la acuicultura. Adicionalmente, existen otros proveedores de la región noroeste del país que comercializan una amplia gama de equipos y refacciones de uso frecuente en la acuicultura. La cercanía de los estados de Sinaloa y Sonora permite que exista una buena oferta de maquinaria pesada, como equipos de bombeo de gran caudal, para granjas de engorda. El carácter de zona libre del Estado otorga algunas facilidades para la importación de equipo y materiales especiales para la construcción y operación de laboratorios de producción de semilla.

Mano de obra calificada

El estado de Baja California Sur tiene un alto índice en el desarrollo académico e infraestructura de investigación en acuicultura; ciertamente el más alto en la región del noroeste del país, en relación con su densidad poblacional, ya que cuenta con instituciones desde el nivel medio superior, hasta doctorado especializado en acuicultura. En consecuencia, se considera que no existen limitantes para disponer de cuadros técnicos para desarrollar el cultivo de camarón.

Investigación

En el CIBNOR, S. C., se realizan investigaciones sobre la biología y el cultivo de camarones peneidos, contándose incluso con un laboratorio diseñado para realizar investigación con especies exóticas, los temas que se abordan son: biología reproductiva, biología de larvas, ecofisiología, nutrición, inmunología y bioquímica.

Desarrollo Tecnológico

Actualmente se están realizando en el CIBNOR proyectos de desarrollo tecnológico para el cultivo de especies tolerantes a temperaturas menores a 25 °C, como *P. californiensis* y con especies tropicales tolerantes a salinidades altas como *P. Vannamei*, que incluyen maduración sexual, cultivo larvario y engorda. En el caso de la engorda, se experimenta tanto en condiciones de laboratorio como en jaulas de cultivo y estanques litorales profundos. Los desarrollos del CIBNOR, S.C., están orientados al cultivo de camarón en zonas costeras áridas, con condiciones antiestuarinas y baja temperatura y el objetivo final es la transferencia de tecnología al sector productivo privado y social.

Asistencia Técnica

La asistencia técnica se ofrece a través de dependencias del Gobierno del Estado, del Gobierno Federal e Instituciones de Educación Superior, pudiendo mencionarse las siguientes: la Dirección de Fomento Pesquero del Gobierno del Estado, el Departamento de Acuicultura de la SEMARNAP, el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP-La Paz), el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CET-Mar), el Instituto Tecnológico del Mar (IT-Mar) Unidad La Paz. Todos ellos prestan o pueden prestar servicios diversos de asesoría a las empresas o cooperativas que así lo requieran.

II.C. NUEVAS TECNOLOGÍAS

Producción de Postlarvas

En La Paz, B.C.S., se localiza uno de los laboratorios de producción comercial de semilla de camarón blanco (*P. vannamei*) más importantes del país, con tecnología, capital y personal mexicano; es propiedad de la empresa Acuacultores de La Paz, S.A. de C.V., que se ha distinguido por innovar continuamente sus esquemas de producción. Por otro lado, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, tiene experiencia en la producción experimental de semilla de camarón café *P. californiensis*, engorda experimental de camarón azul *P. stylirostris* y ha iniciado también las investigaciones relativas a la especie cultivada más importante que es el camarón blanco *P. vannamei*.

Producción de reproductores seleccionados

Las experiencias desarrolladas por el CIBNOR, S.C. y APSA de C.V., en la producción de reproductores de camarón blanco *P. vannamei* son otra de las posibilidades de uso de la estanquería intermareal del primero y se han obtenido hasta hoy resultados muy prometedores. Esta alternativa ofrece grandes posibilidades, toda vez que al ser autosuficientes en reproductores de camarón blanco, los acuacultores sudcalifornianos ya no tendrían la necesidad de adquirirlos con tanta frecuencia en los estados del macizo continental y transportarlos, vía transbordador, hasta el sitio donde se ubique el laboratorio. Con ello se reducirán costos y el riesgo de introducir patógenos indeseables.

Engorda

Una alternativa del modelo tropical ecuatoriano puede encontrarse en la selección de especies con capacidad de crecimiento en temperaturas menores a 25 °C. Al respecto, resulta importante

destacar los trabajos realizados por el CIBNOR, S.C., para evaluar especies nativas, como el camarón café *P. californiensis*, que tiene la capacidad de crecer a bajas temperaturas y representa el recurso camaronero de mayor importancia en la industria pesquera (70%). El camarón café es una especie nativa de Baja California Sur, que puede reproducirse durante todo el año y el reclutamiento a las áreas de crianza puede prolongarse hasta en ocho meses, además de que sus áreas de crianza invernal en las zonas costeras áridas se localizan en aguas someras con profundidades menores a los 10 m (CIBNOR, 1992).

Las tallas máximas que alcanza *P. californiensis*, de manera natural rebasan los 100 g de peso total. La especie presenta una alta resistencia al manejo de cultivo en altas densidades, con buena supervivencia y se diferencia claramente en el mercado de los camarones blancos. Sin embargo, a pesar de sus posibilidades, la engorda del camarón café mediante el modelo tropical no ha sido exitosa. Las tallas de cosecha, observadas a partir de camarones que incidentalmente penetran a los estanques rústicos de alta temperatura y baja salinidad utilizados para el camarón blanco, revelan tallas muy inferiores a las que se obtienen con ésta y otras especies (CIBNOR, 1992).

Sin embargo, los resultados de las investigaciones realizadas en el CIBNOR, S.C., demuestran que, cuando se cultiva simultáneamente con *P. vanamei* en aguas marinas de menor temperatura, el camarón café *P. californiensis* revela, incluso, una mayor capacidad de crecimiento que las especies utilizadas en el modelo tropical. Las experiencias preliminares, en el cultivo experimental y piloto, muestran que la selección de las especies a cultivar debe basarse simultáneamente en el desarrollo de técnicas apropiadas a los requerimientos ambientales y nutricionales de las mismas. Actualmente se desarrollan experimentos de selección y se proyectan los estudios relativos al campo de la genética.

II.D. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR Y NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Se considera que las nuevas disposiciones legales en materia pesquera y acuícola van a permitir el despegue de la actividad, con un nuevo esquema de organización que incorpora la posibilidad de asociación entre los inversionistas nacionales y extranjeros y el sector social, particularmente los ejidatarios, que poseen la mayor parte de los terrenos adecuados para la camaronicultura.

En lo relativo a las necesidades de capacitación, en la ciudad de La Paz existe la infraestructura docente para la formación de técnicos de nivel medio y superior, profesionistas y posgraduados y especialistas con conocimientos sobre cultivos marinos, lo que garantiza que los proyectos a desarrollarse podrán contar con la disponibilidad del personal adecuado para la integración de sus equipos de trabajo.

II.E. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Debido a la orientación empresarial que tienen los proyectos de cultivo de camarón, lo más conveniente es contar con un terreno de propiedad privada o concesionar terrenos de propiedad federal. Sin embargo, en virtud de que la mayor parte de las tierras con vocación camaronícola son de propiedad ejidal, es recomendable adquirir esas tierras o realizar alguna asociación entre ejidatarios e inversionistas privados para el uso de esos terrenos, lo cual ya es factible debido a las recientes modificaciones realizadas al artículo 27 constitucional.

Los inversionistas interesados deben también considerar que los cambios que se han hecho en la ley de inversiones extranjeras permiten la inversión foránea hasta de un 100% en proyectos de acuicultura. Existen empresarios mexicanos, especialmente en los estados de Sinaloa, Sonora y Nayarit, que han invertido en el cultivo de camarón y han tenido éxito, llegando a la conclusión de que la acuicultura, aún siendo una actividad de riesgo, representa una oportunidad para el inversionista con criterio y visión de largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCOMEXT-SEMARNAP. 1995. Oportunidad de negocio: *Camarón Penaeus vannamei*. Granja camaronícola de 100 hectáreas. *Documento Interno*. Dir. Gral. Acuacult. SEMARNAP/Banco Mex. Comer. Ext. 53 pp.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C. 1992. Estudio de factibilidad del proyecto de riesgo compartido para el cultivo de camarón en el Estado de Baja California Sur. *Documento Interno*. Dir. Gral. Acuacult. SEPESCA. Contrato No. DGA-EP-08-92. 305 pp. y Anexos.
- FRANCE AQUACULTURE. 1985. Estudio de potencialidad en materia de Acuicultura del estado de Baja California Sur. *SEPESCA/FONDEPESCA. México*. 190 pp.
- ORBE, A. & A. ARIAS. 1987. *Métodos de Cultivo del Camarón en México*. SEPESCA. 2a. Ed. 29 pp.
- SEPESCA. 1994. Anuario de Pesca. *Secretaría de Pesca. México*.
- SEPESCA-CINVESTAV. 1994. Desarrollo científico y tecnológico del cultivo de camarón blanco del Golfo *Pennaeus setiferus* en estanques circulares. 45 pp.
- SEPESCA-MEXIVAL-BANPAIS. 1993. Mexico, your partner for growth.- aquaculture in Mexico. A mexican investment board (MIB). *Documento Interno*. *Secretariat of Fisheries. Grupo Financiero Mexival-BANPAIS*.
- VILLARREAL-COLMENARES, H. 1992. Prospecto para proyectos de cultivo de camarón en Baja California Sur. *Documento Interno*. CIB-NOR, S.C. 84 pp.

Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur
Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.). 1996.

CULTIVO DE OSTRAS PERLERAS Y PERLICULTURA

Mario Monteforte

RESUMEN

La producción de perlas, a partir del cultivo extensivo de varias especies de Ostras Perleras, es actualmente una de las industrias acuícolas de mayor rentabilidad en el mundo. En este contexto, el potencial que posee México es indiscutible. La costa mexicana alberga cuatro especies productoras de perlas *Pinctada radiata* y *Pteria colymbus* en el Caribe, y *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna* en la costa tropical del Pacífico mexicano. El Golfo de California, particularmente la Bahía de La Paz, es donde la riqueza perlera ha sido tradicionalmente la más importante. Después de casi un siglo que ha durado la ausencia de México en el mercado perlero internacional, tras la destrucción de la "Compañía Criadora de Concha y Perla de Baja California" en 1915 (primera experiencia mundial en el cultivo comercial de una especie productora de perlas), se cuenta actualmente en La Paz con adelantada y eficiente tecnología propia de nacaricultura y perlicultura que colocan a México en lugar preponderante en el mundo perlero. Esta situación permite vislumbrar un prometedor desarrollo socioeconómico, basado en la construcción y operación de granjas perleras regionales que exploten en forma racional y conservacionista un recurso que debiera ser considerado Patrimonio Estratégico Nacional. Las actividades de perlería, llevadas a cabo bajo una cuidadosa planeación y ordenamiento que las hagan accesibles, confiables y atractivas al sector productivo mexicano, podrían incidir directa y positivamente a nivel local y regional, con profundas implicaciones a nivel nacional. En este trabajo se presenta un análisis de la situación actual que prevalece en el mundo en relación al cultivo de Ostras Perleras y la producción de perlas, bajo el contexto de la planeación y ordenamiento de granjas perleras, como modelo ampliamente factible de desarrollo socioeconómico con enorme potencial, que podría ser aplicado en numerosas regiones de la costa mexicana.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I.A. INTRODUCCIÓN

Las ostras perleras marinas son moluscos bivalvos de la familia Pteriidae cuya concha se encuentra recubierta en su cara interna por nácar iridiscente, y que tienen la capacidad de producir perlas en forma natural.

El hombre ha adjudicado valor comercial a estos productos. En efecto, la perla es sin duda alguna el primer producto natural que fue considerado como joya de gran valor; el nácar se utilizó también como objeto ornamental.

Las evidencias sobre la utilización de estas especies, desde los propósitos alimenticios iniciales hasta fines ornamentales y de comercio, se encuentran a partir del período neolítico (Musée de l'Homme, Paris; British Museum, Londres). En la historia de la humanidad, la mención de las perlas como símbolos rituales y religiosos, de magia y riqueza, es recurrente en la tradición y literatura de las civilizaciones más antiguas del mundo (Ward, 1985; Monteforte, 1990, 1991; Joyce y Addison, 1992). Por tales razones, las ostras perleras fueron objeto de extensas pesquerías, tanto desde el punto de vista temporal como geográfico, en numerosas regiones marinas de la franja tropical y subtropical (Kunz y Stevenson, 1908).

De la veintena de especies de ostras perleras marinas que existen, aproximadamente 13 de ellas se explotaron y/o se explotan actualmente a nivel comercial (Shirai, 1994). Cada una de éstas posee un historial específico y regional en cuanto a la evolución en sus modalidades de explotación, desde el buceo indígena y la pesquería moderna, hasta la transformación de esta actividad en el manejo productivo por medio del cultivo y perlicultivo. Sin embargo, hay tres elementos básicos que son comunes a todas ellas en sus respectivos historiales:

- 1) La actividad pesquera llegó a practicarse en forma tan intensiva que las poblaciones naturales empezaron a mostrar graves signos de agotamiento, ocasionando incluso la casi extinción del recurso en áreas donde éste era abundante.

- 2) La pesquería y comercio de nácar y perlas fue durante largo tiempo y continúa siéndolo en varias regiones del mundo una de las actividades productivas más importantes en la economía de los países donde se cuenta con la presencia del recurso perlero y, en la época moderna, con la biotecnología para aprovecharlo racionalmente.

- 3) Las actividades de pesquería y comercio de perlas han tenido importante influencia en la estructura política, económica y cultural de todos los pueblos donde las ostras perleras estuvieron o están presentes. En todos los casos, las perlas han sido fuente de conflictos laborales, de desacuerdos entre grupos de poder, de codicia y ambición, de luchas internas, de esclavitud, de traiciones y engaños, etc., aunque también son el elemento motor del desarrollo socioeconómico de amplias regiones geográficas.

En el apartado siguiente se apuntan las 13 especies con una breve descripción del estado actual del recurso desde el punto de vista de su aprovechamiento y adelanto tecnológico de su cultivo en los principales países que lo practican, así como otra información adicional que consideramos importante citar:

Especies del género *Pinctada* (madreperla) con talla adulta no mayor de 8 cm de altura de la concha

Pinctada martensi: alcanza talla injertable en 6 meses; período de formación perlera: aproximadamente 10-12 meses para perla libre. Habita en el centro y sudeste de la costa asiática. Japón cuenta con la tecnología de cultivo y perlicultura más avanzada para esta especie, con producción masiva comercial de alto nivel (perla libre entre 5 y 8 mm de diámetro, de calidad moderada), la mayor parte de ella por cultivo extensivo. El cultivo en laboratorio al parecer se ha logrado, aunque no es aún competitivo en la modalidad anterior.

Pinctada chemnitzii: habita en la costa central del Asia Oriental. China y Corea cuentan con resultados de producción experimental en cultivo semi-intensivo y extensivo y en perlicultivo (perla libre de 4 a 6 mm, de calidad baja). Su presencia en el mercado actual es débil.

Pinctada fucata: ciclo temporal biológico y de producción perlera similar al de *P. martensi*. Presenta amplia distribución en la costa del sur de Asia, desde el Golfo de Bengala hasta el Golfo de Omán. India cuenta con la tecnología de cultivo en laboratorio y perlicultura más avanzada para esta especie. Su producción comercial es a nivel medio (perla libre de 3 a 7 mm, de calidad moderada), todo por cultivo semi-intensivo. Todos los desarrolladores de tecnología y los técnicos injertadores son indios. Su presencia en el mercado actual es moderada.

Pinctada sugillata: habita principalmente el Golfo Pérsico. Irán ha llevado a cabo estudios recientes sobre cultivo semi-intensivo y extensivo, así como en perlicultivo; se cuenta con resultados preliminares en cuanto a cultivos aunque nulos en perlicultivo. Los investigadores involucrados son todos iraníes. Su presencia en el mercado actual es nula.

Pinctada radiata: se le encuentra en las islas centrales y costa del Caribe, desde la Península de Yucatán hasta Venezuela y norte de Brasil. En Venezuela se ejerció una intensa pesquería hasta el agotamiento de los bancos naturales. En Colombia se iniciaron recientemente estudios sobre cultivo semi-intensivo y extensivo, así como en perlicultivo; se cuenta con resultados preliminares en cuanto a cultivos aunque nulos en perlicultivo. Todos los investigadores involucrados son colombianos. Su presencia en el mercado actual es nula.

Especies del género *Pinctada* (madreperla) con talla adulta mayor de 8 cm y máxima hasta 30 cm de altura de la concha

Pinctada margaritifera var. *cumingi*: talla máxima 20-22 cm. Alcanza talla injertable en 2.5 a 3 años; período de formación perlera: 2.5 a 3 años para perla libre y 1.5 a 2 para Mabe. Se le encuentra en varias regiones del Pacífico Central y Asia Sudoriental. La Polinesia francesa cuenta con la tecnología de cultivo y perlicultura más avanzada para esta especie; si bien los investigadores que han desarrollado la tecnología en cultivo y perlicultivo son franceses o polinesios, la gran mayoría de las principales granjas productoras emplean técnicos injertadores japoneses. Su producción masiva comercial es de alto nivel (perla libre entre 12 y 16 mm de diámetro, Keshi y Mabe de alta calidad), la totalidad está basada en cultivo extensivo. Cultivo en laboratorio a nivel experimental.

Pinctada margaritifera var. *persica*: talla máxima 18-20 cm. Habita en el Golfo Pérsico y Golfo de Omán. En Irán los estudios sobre cultivo semi-intensivo y extensivo, así como el perlicultivo, se iniciaron recientemente; se cuenta con escasos resultados en cuanto a cultivos y nulos en perlicultivo. Los investigadores involucrados son todos iraníes. Su presencia en el mercado actual es nula.

Pinctada margaritifera var. *erythraensis*: talla máxima 20 cm. Habita en el Mar Rojo, Golfo de Adén y Noreste de Africa. Se trata de una de las especies perleras más escasas actualmente. En los años veinte existió en la Bahía Dongonab una próspera e importante granja perlera que operó poco tiempo y fue abandonada. No se ha llevado a cabo ninguna investigación o intento de desarrollo tecnológico posterior.

Pinctada maxima: es la gigante de las ostras perleras, con talla máxima hasta de 28-30 cm. Alcanza talla injertable entre tres y cuatro años; período de formación perlera: tres años para perla libre. Habita en el norte de Australia, Indonesia, Malasia, Maynamar, Tailandia y Filipinas. Australia y Filipinas cuentan con la tecnología más avanzada en cultivo y perlicultivo para esta especie. Sin embargo, una importante proporción de la producción en las principales granjas perleras ésta basada en el manejo racional y bien planificado de las poblaciones naturales a través de la extracción de adultos, y la mayoría de los técnicos injertadores son japoneses. Su producción es a nivel semi-masivo comercial y de altísima calidad (perla libre entre 14 y 18 mm de diámetro, Keshi y Mabé). Cultivo en laboratorio a nivel experimental, el cual se ha empezado a aplicar como estrategia de repoblamiento.

Pinctada mazatlanica: talla máxima hasta de 18-19 cm. Alcanza talla injertable en un año; período de formación perlera de aproximadamente dos años para perla libre y 14 a 16 meses para Mabé. Habita en la costa tropical del Pacífico americano, desde el tercio sur del Golfo de California a Perú; está ausente en la costa occidental de la Península de Baja California. México cuenta con la información científica y el desarrollo tecnológico más avanzado en esta especie; todos los investigadores y técnicos son mexicanos. Se tiene producción piloto en Bahía de La Paz, B.C.S. (Mabé principalmente). Se han alcanzado resultados modestos pero positivos en Keshi y perla libre en La Paz, B.C.S. El cultivo en laboratorio se encuentra en proceso de estudio en Bahía de La Paz. Su presencia en el mercado actual es incipiente, pero con particular potencial.

Especies del género *Pteria* (concha nácar)

Pteria colymbus: talla máxima de 7 a 9 cm de altura de la concha. Habita en las islas y costa del Caribe entre Venezuela y la Península de Yucatán. En Colombia se iniciaron recientemente estudios sobre cultivo semi-intensivo y extensivo, así como el perlicultivo; se cuenta con resultados preliminares en cuanto a cultivos aunque nulos en perlicultivo; los investigadores involucrados son colombianos. Su presencia en el mercado actual es nula.

Pteria sterna: talla máxima de 12-15 cm de altura de la concha. Habita en la costa tropical del Pacífico americano, desde el tercio medio del Golfo de California hasta Perú y Ecuador. Existen poblaciones aisladas de esta especie entre Bahía Asunción y Bahía Magdalena, en la costa occidental de Baja California Sur. México cuenta con la información científica y el desarrollo tecnológico más avanzado en esta especie; todos los investigadores y técnicos son mexicanos. Se tiene producción piloto en Bahía de Bacochibampo, Son. y Bahía de La Paz, B.C.S. (Mabé principalmente). Se han alcanzado resultados modestos pero positivos en Keshi y perla libre. El cultivo en laboratorio se encuentra en estudio en Bahía Kino y Bahía de La Paz. Su presencia en el mercado actual es incipiente, pero con particular potencial.

Pteria penguin: talla máxima de 14-18 cm de altura de la concha. Habita en la costa central del oriente de Asia. En Japón se han realizado algunos estudios sobre cultivo y perlicultivo de esta especie, aunque la información disponible es sumamente escasa. Su producción comercial es rara, solamente Mabé de alta calidad.

ANTECEDENTES

El desarrollo de la acuicultura mexicana se enfrenta, por un lado, a la presencia de una gran variedad de especies con potencial económico y susceptibles de ser cultivadas en forma extensiva o semi-intensiva, pero al mismo tiempo a la ausencia de conocimiento científico, tecnología adecuada y planes de manejo racional del recurso, en los cuales se contemple la implementación de serios programas conservacionistas.

Entre las especies que presentan importantes perspectivas de desarrollo acuacultural, dado su enorme potencial económico y el considerable adelanto tecnológico logrado en su cultivo y producción de perlas, se encuentran particularmente *Pinctada mazatlanica* (Madreperla) y *Pteria sterna* (Concha Nácar). Estas especies tienen la interesante particularidad de que sus conchas están formadas de nácar de excelente calidad, y que son capaces de producir perlas de gran fineza en forma natural, producto de alto valor comercial cuya formación puede ser inducida mediante técnicas de micro-cirugía para la implantación e inserción de núcleos (Monteforte, 1990, 1991).

Con algunas diferencias en su abundancia, densidad y rango de extensión, estas especies se distribuyen en ambas costas del Golfo de California y en todo el Pacífico mexicano hasta Perú y Ecuador (Keen, 1971; Arizpe, 1992). Existen poblaciones aisladas de concha nácar en la costa occidental de la Península, muy abundantes en algunos sitios, principalmente en Bahía Magdalena y Bahía Asunción. Sin embargo, debido a las propicias características oceanográficas y bioecológicas de Bahía de La Paz, las ostras perleras, principalmente la madreperla, muestran aquí un potencial productivo mucho mayor que en el resto de su rango de distribución (Monteforte y Cariño, 1992; Monteforte, 1994).

En efecto, La Paz es conocida en el mundo entero por su riqueza en nácar y perlas de la mejor calidad. Desde el punto de vista histórico, político, socioeconómico y cultural, este hecho ha sido sumamente relevante para la región desde las primeras exploraciones al territorio peninsular por parte de los españoles, la colonización de su porción sur y su posterior desarrollo socioeconómico, la formación de grupos de poder en la localidad, hasta la vigencia actual del mito perlero que sigue atrayendo el interés de pescadores, turistas e inversionistas nacionales y extranjeros (Cariño, 1987, 1994; Cariño y Monteforte, 1995).

Durante más de 400 años el recurso nácar del Golfo de California sufrió una intensa explotación, aumentada cada vez más por la creciente demanda internacional del finísimo producto de las especies locales y el desarrollo de los equipos modernos de buceo. Esta riqueza atrajo un gran número de compañías pesqueras internacionales, entre las cuales se recordaran a las tristemente célebres “Mangara Exploration Company, Ltd.” de capital británico y la “Baja California Pearling Company”, de co-inversión estadounidense, quienes saquearon impunemente el recurso nácar y otros recursos naturales en todo el Pacífico mexicano, principalmente en el Golfo de California (Cariño, 1987, 1994; Cariño y Monteforte, 1995).

La colecta de perlas y nácar en el Golfo de California se ha basado siempre en la pesquería, misma que se ejerció a tales niveles de sobreexplotación que en 1940, cuando los bancos naturales, principalmente los de madreperla -la cual debido a su patrón de zonación, entre 2 y 25 m de profundidad, era la más expuesta a la extracción- se consideraron completamente agotados, el gobierno mexicano decidió decretar una veda permanente que actualmente está en vigencia. No obstante, el mito perlero continúa siendo un factor de gran atractivo y extensa influencia, por lo que las extracciones clandestinas, difícilmente cuantificables, se han seguido practicando incluso hasta hoy día. Esto ha provocado que el recurso nácar en el Golfo de California en general, y en la Bahía de La Paz en particular, sea escaso, que los bancos se encuentren muy dispersos en la costa, presenten bajas densidades y que el reclutamiento natural sea también bajo (Monteforte y

Cariño, 1992). Esto último, aunado a la alta predación que sufren los juveniles y a la competencia que se establece con otras especies concurrentes por la disponibilidad de sitios de fijación, ha provocado que la recuperación natural del recurso sea lenta e insuficiente. Es obvio que todos los factores citados se encuentran íntimamente relacionados.

A fin de dar una idea del alarmante deterioro de las poblaciones naturales de ostras perleras, cabe mencionar algunos datos comparativos (Monteforte y Cariño, 1992; Cariño y Monteforte, 1995):

- Durante el auge de la pesquería de perlas cada buzo podía extraer fácilmente hasta 350 ostras por marea (actividad diaria de pesca que duraba entre tres y cinco horas). Actualmente, en el mismo tiempo de buceo, y en muchos de los sitios que antaño eran considerados como “placeres perleros”, raramente se ha cuantificado más de 50 o 60 individuos.
- Entre 1905 y 1930 la economía regional presentó una “perlificación” en su moneda. Las perlas llegaron a ser moneda corriente, principalmente en el comercio de alimentos, ya que la gran cantidad de pescadores y armadores que existían en ese tiempo cambiaban mercancía por las perlas que extraían.
- Existen datos de explotación que citan 2500 toneladas de concha extraídas en un año. Si se toma en cuenta que un individuo adulto de talla comercial pesa alrededor de 250 g, significa que se extrajeron cerca de 10 millones de ostras en dicho año, sin tomar en cuenta los individuos más jóvenes. Cabe subrayar que una gran proporción de la actividad pesquera se llevaba a cabo en los meses de verano, puesto que la visibilidad era mayor y la temperatura del agua más cálida, facilitándose así los trabajos de buceo. Es precisamente en verano que se sitúa la época reproductiva de la madreperla.
- Durante las prospecciones de evaluación que se han realizado en Bahía de La Paz entre 1986 y 1994, primero a título personal y posteriormente en el marco del proyecto de investigación “Ostras Perleras” del CIBNOR, se ha estimado que la población total de Madreperla actual no sobrepasa 500 mil individuos. No se sabe con certeza su tasa de decremento, pero en el curso de nuestra investigación es un hecho frecuente hallar concheros recientes conteniendo hasta 250 o más conchas abandonadas por turistas y pescadores. Estos espectáculos son frecuentes durante los períodos vacacionales.
- Los bancos perleros actuales más importantes de la bahía (aproximadamente ocho o nueve detectados hasta ahora) muestran densidades promedio de 0.8 a 1.2 individuos por m². La densidad promedio de madreperla en Bahía de La Paz, considerando alrededor de 130 sitios explorados a la fecha, es de 0.3 a 0.5 individuos por m². Esta densidad, no obstante su bajo valor, es relativamente más alta que la que se registra en otras regiones perleras del mundo actualmente en producción, aunque está lejos de ser suficiente para pensar en iniciar algún tipo de actividad pesquera o manejo del stock natural.
- Durante la época más rica en pesquería de perlas en Bahía de La Paz la incidencia de perlas naturales en los “placeres perleros” era de 4% en promedio (una de las más altas del mundo). Hoy día, se estima que esta incidencia no llega al 0.05%, ya que la ocurrencia de perlas es función, entre otros factores, de la densidad poblacional. Cabe señalar que esta estimación se calculó con base en observaciones sobre organismos cultivados en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR, nunca se ha extraído una ostra salvaje en los ocho años de vigencia oficial del proyecto institucional, ni en los años anteriores de trabajo independiente.

Ante esta situación, en repetidas ocasiones se ha subrayado la necesidad de implementar serios programas de concientización y vigilancia, orientados a fomentar la conservación de esta riqueza patrimonial, y de iniciar investigaciones encaminadas a desarrollar técnicas de cultivo, repoblamiento y perlicultura. Esto ha sido llevado a cabo continuamente desde el inicio de los

trabajos de investigación del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR a partir de 1987 (Monteforte, 1990, 1991).

Las características históricas, socioeconómicas, políticas y culturales de la pesquería de perlas en el Golfo de California, así como las causas del agotamiento de las poblaciones naturales por sobreexplotación, son similares a las de otras zonas perleras del mundo (Jameson, 1914; Kunz y Stevenson, 1932; Intes y Coeroli, 1985; Joyce y Addison, 1992). Varios países han logrado recuperar su riqueza natural gracias a la implementación y continuidad de programas conservacionistas y de repoblamiento, realizados conjuntamente con el desarrollo de la nacaricultura y la perlicultura.

Hoy día la producción de perlas a partir de ostras perleras cultivadas en condiciones extensivas representa la actividad acuacultural de mayor rentabilidad del mundo, incluso en algunas regiones que, como en Bahía de La Paz, el recurso nácar se había considerado completamente agotado. A partir de los años cincuenta las perlas de cultivo han sustituido casi por completo a las naturales en el mercado perlero internacional (Gruet, 1992; Fassler, 1991, 1993, 1994; Cariño y Monteforte, 1995).

No obstante la existencia en la costa del Pacífico mexicano de estas dos especies perleras que poseen una de las mejores calidades de nácar en el mundo, no ha sido posible el éxito en su cultivo o en la producción de perlas, a pesar de repetidos intentos. El fracaso de los varios proyectos que se han realizado, principalmente en Bahía de La Paz, se debió a varias razones, tanto de índole científico y tecnológico como político y administrativo.

Entre las primeras de estas razones se pueden mencionar: la ausencia casi total de conocimiento sobre la biología de las especies y de su respuesta ante el manejo inherente al cultivo y la inducción a la formación de perlas; la aplicación de tecnología extranjera que no es adecuada a las especies ni a las condiciones locales; las experimentaciones de injerto de núcleos en organismos salvajes -que resisten mal este tipo de manipulación- practicadas, además, por personal carente de experiencia en las especies locales, lo que provocó altísima mortalidad y rechazo de las inserciones sin que se hubiese logrado obtener perlas.

Entre las siguientes llaman la atención: la falta de apoyo a los proyectos en curso, lo que provocó su interrupción a pesar de que algunos de ellos estaban obteniendo resultados interesantes; el abandono de los mismos por cambios de directiva o por fracasos en obtener resultados; el establecimiento de otras prioridades de desarrollo acuacultural, etc.

Esta situación de creación de falsas esperanzas y de repetidos intentos fallidos provocó un ambiente de escepticismo e incredulidad y actitudes negativas ante todo nuevo proyecto de nacaricultura y perlicultura que se presentara ante las instancias correspondientes.

Es importante mencionar que dentro del poco optimista panorama sobre las experiencias de nacaricultura y perlicultura que se han llevado a cabo en México existe una importante excepción. A principios de siglo Don Gastón Vives, científico mexicano de origen francés, fundó en la Ensenada de San Gabriel, Isla Espíritu Santo en Bahía de La Paz, la “Compañía Criadora de Concha y Perla de Baja California, S.A.” que operó entre 1903 y 1915 (Vives, 1908; Cariño, 1991; Cariño y Cáceres, 1990).

Esta empresa representa la primera experiencia mundial exitosa en el cultivo de madreperla a nivel comercial, y la única que ha logrado obtener perlas naturales con una considerable incidencia. En efecto, aunque la tecnología de cultivo extensivo desarrollada por Don Gastón, muy original y sumamente eficiente, era la base para obtener ostras adultas, en la producción de perlas no se practicaron injertos e implantación de núcleos. El Sr. Vives había identificado los sitios propicios a la formación de perlas naturales, siendo en éstos donde colocaba a los jóvenes adultos hasta la época de cosecha. Mientras que la incidencia promedio de perlas naturales en las tradicionales

áreas de pesca de ostras perleras en la Bahía de La Paz era en ese tiempo de alrededor del 4% -como mencionamos anteriormente, una de las mayores del mundo-, en los sitios seleccionados por Don Gastón se obtenía hasta el 10% (Cariño y Cáceres, 1990; Cariño, 1991, 1994). Esta empresa adquirió renombre internacional por la tecnología desarrollada, la alta calidad del nácar y las perlas producidas, el volumen de producción y los impresionantes beneficios económicos que generaba.

En el ámbito regional, el papel de la “Compañía Criadora” tuvo especial relevancia en el desarrollo socioeconómico y en la estructura política y cultural (Cariño, 1987; Cariño y Cáceres, 1990; Cariño, 1994; Cariño y Monteforte, 1995). Desgraciadamente, durante los disturbios de la Revolución las instalaciones fueron saqueadas y destruidas completamente y, a pesar de las gestiones de Don Gastón ante el nuevo gobierno para recuperar la concesión, nunca fue posible reiniciar los trabajos, perdiéndose así una de las empresas mexicanas más pujantes de la época moderna. Cabe mencionar que Don Gastón Vives, en varios documentos legales y cartas personales escritas durante el período en el que intentó resacir su pérdida e iniciar de nueva cuenta la empresa, reporta el saqueo de 10 millones de ostras en diferentes etapas de cultivo (Vives, 1916, 1919).

Una gran parte de los documentos originales del Sr. Vives han sido recuperados por una renombrada especialista en Historia y Desarrollo, la Dra. Micheline Cariño de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, quien desarrolla una importante investigación sobre el papel de la pesquería y el comercio de perlas en el desarrollo regional. Estos valiosos documentos fueron la base para iniciar las investigaciones en el marco del actual Grupo Ostras Perleras del CIBNOR.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA NACARICULTURA Y LA PERLICULTURA EN MÉXICO

MARCO GEOGRÁFICO, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Como se señaló en párrafos anteriores, las costas mexicanas albergan cuatro especies de ostras perleras marinas: *Pinctada radiata* y *Pteria colymbus*, que habitan en fondos coralinos del mar Caribe, y *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*, que se encuentran en fondos esencialmente rocosos de la costa tropical y subtropical del Pacífico.

Además, se conocen reportes sobre la existencia de bivalvos de agua dulce en las regiones norte del Golfo de México (Tamaulipas y Veracruz) y sur del Pacífico (Oaxaca y Chiapas) que podrían ser excelentes candidatos como productores de “perla de río” y/o núcleos.

La investigación científica sobre estas especies y el desarrollo tecnológico en torno a su cultivo e inducción perlera se han centrado en *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*, particularmente en Bahía de La Paz, en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR. Esto se debe a que en el CIBNOR se ha logrado una mayor continuidad en los estudios científicos y avance en el perfeccionamiento tecnológico, lo cual le confiere el renombre y liderazgo que en este sentido se tiene a nivel nacional e internacional.

En efecto, a pesar de los exitosos antecedentes que existen en relación al cultivo extensivo de madreperla en el marco de la “Compañía Criadora de Concha y Perla” fundada por Don Gastón Vives en 1903, no fue sino hasta principios de los años sesenta que se reiniciaron las investigaciones sobre estas especies, la gran mayoría de las cuales, como se mencionó previamente, se interrumpieron o fueron abandonadas.

Entre 1962 y 1982 existen varios estudios científicos e intentos de llevar a cabo actividades de cultivo y perlicultivo en Bahía de La Paz. Entre los trabajos y/o informes publicados se puede citar a Martínez (1983), Sevilla (1969), Díaz-Garcés (1972), Mazón-Suástegui (1987), Singh-Cabanillas *et al.* (1982). En muchos de estos estudios, así como en otros realizados por Baqueiro *et al.* (1982), se señala la escasez de bancos naturales de ostras perleras, reiterando el peligro latente de extinción (Baqueiro, 1984; Baqueiro y Castagna, 1988).

Posteriormente, hacia finales de 1986, este autor inició en Bahía de La Paz una serie de observaciones y experimentos en torno a la evaluación de las poblaciones naturales y el cultivo extensivo de ostras perleras, así como un primer análisis de la aptitud de estas especies para producir perlas. A la fecha actual, cerca del 90% del total de la información histórica, socioeconómica, biológica y de desarrollo tecnológico publicada sobre ostras perleras en México y en el extranjero ha sido generada en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR.

Con respecto a las propuestas e iniciativas de extranjeros en cuanto a exploración de proyectos de cooperación y/o posibilidades de inversión, probablemente el primer antecedente conocido es una propuesta que envió el Sr. J.P. Cattet a la jefatura del estado de Baja California Sur hacia finales del siglo XIX (Cattet, 1895). Esta propuesta se basaba en la descripción del cultivo de la ostra perlera de “Oceanía” (probablemente *Pinctada margaritifera* var. *cumingi*), señalando que Bahía de La Paz era un sitio de alta factibilidad para llevar a cabo el cultivo de madreperla. Se tienen evidencias de que Don Gastón Vives, en su calidad de funcionario de gobierno en esa época, tuvo acceso a este documento y que fue con base en dicha información que habría iniciado sus trabajos en la “Compañía Criadora” (com. pers. Cariño, 1995¹).

Tiempo después se conoce un reporte realizado en 1962 por el Dr. Yoshidi Matsuii, quien fue empleado por el gobierno mexicano a través de un convenio con Japón (Matsuii, 1962); en este reporte el Dr. Matsuii asegura haber explorado la costa entre Loreto y Bahía de La Paz y propone la creación de granjas perleras en la localidad. Llama la atención en este documento el particular entusiasmo del grupo japonés en cuanto a la factibilidad del proyecto y la alta calidad del nácar de las especies mexicanas. Sin embargo, también señala la alarmante escasez del recurso en los sitios explorados.

No se sabe a ciencia cierta si hubo continuidad en ese convenio, ni si se llevó a cabo algún tipo de acción efectiva. No hay evidencias en dicho reporte de que se haya emprendido ningún proyecto productivo.

En 1969, y más tarde en 1972, otro grupo de japoneses visitó la región intentando establecer un convenio de cooperación en relación al aprovechamiento de las ostras perleras.

En ambos casos se hicieron prospecciones en varios sitios de la bahía, evaluando la factibilidad de implementar actividades de pesca, cultivo y perlicultura (SEPESCA; 1971, Shirai y Sano, 1972). El Dr. Shoei Shirai, dirigente del segundo grupo, nos confirmó personalmente que había realizado operaciones de perlicultivo en cierto número de ejemplares de madreperla (com. pers. Shirai, 1994²). No se sabe que haya habido resultados positivos de esta experiencia.

Al igual que en el caso anterior, tampoco hubo continuidad en estas propuestas.

Por otro lado, en 1970 el Dr. Denis C. George, eminente investigador australiano y precursor de la perlicultura en Australia, visitó La Paz y realizó algunas operaciones de perlicultivo junto con personal de la Delegación de SEPESCA. El mismo Dr. George nos confirmó su sorpresa de encontrar grandes diferencias en la anatomía de *Pinctada mazatlanica* en relación a la *Pinctada*

¹ Micheline Cariño, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

² Shoei Shirai, Intitute for Development of Pacific Natural Resources, Okinawa, Japón

maxima australiana. Todos los individuos operados murieron o rechazaron los núcleos poco tiempo después de la operación (com. pers. George, 1994³), y al igual que en los casos anteriores, este proyecto también fue abandonado.

A partir de 1990, ante la difusión nacional e internacional de los resultados obtenidos por el Grupo Ostras Perleras del CIBNOR, el acercamiento de potenciales receptores de tecnología, tanto nacionales como extranjeros, ha sido frecuente. Sin embargo, ninguna de dichas propuestas ha sido congruente con los principios conservacionistas, la soberanía sobre el manejo y aprovechamiento del recurso, ni con las estrategias de desarrollo planteadas por nuestro Grupo en torno a la actividad perlera en La Paz y en México (Monteforte, 1995).

A partir del ejemplo histórico de las granjas perleras extranjeras establecidas en otras regiones del mundo, las propuestas internacionales dirigidas a México requieren de un cuidadoso análisis, basado en el establecimiento de estrategias adecuadas con respecto a la explotación racional del recurso, la soberanía en su manejo productivo, y la relación de las actividades perleras con el desarrollo socioeconómico regional.

En fechas recientes, se evidencía un renacimiento en el interés por los estudios sobre ostras perleras a nivel regional. Dichos estudios, algunos interrumpidos y otros en continuidad, se han llevado a cabo principalmente en instituciones del noroeste de México (CICESE, CICIMAR, ITESM-Guaymas, UABCS, Centro Ostrícola de Bahía Kino y CIBNOR).

Es un hecho reconocido, a nivel nacional e internacional, que el CIBNOR es pionero y líder en esta materia (Fassler, 1995).

ESTUDIOS ACTUALES SOBRE OSTRAS PERLERAS EN BAHÍA DE LA PAZ

Debido a lo mencionado en el párrafo anterior, nos centraremos en los resultados que se han obtenido por parte del CIBNOR. El Grupo Ostras Perleras de esta institución, a cargo de este autor, ha llevado a cabo un continuo trabajo en este sentido, primeramente en forma independiente (1986-1988) y más tarde en el ámbito institucional (1988 a la fecha).

El concepto científico y tecnológico del programa general de investigación se centra en el desarrollo de tecnología propia, accesible y eficiente para el cultivo extensivo de dos especies locales de ostras perleras, la madreperla *Pinctada mazatlanica* y la concha nácar *Pteria sterna*; definiendo para ello el proceso integral, desde las estrategias para la captación masiva de semilla, el manejo y tratamiento de los juveniles durante las subsecuentes etapas de preengorda y cultivo, hasta la obtención de adultos. Este programa se avoca a dos propósitos fundamentales:

1. Un propósito conservacionista es el repoblamiento de bancos naturales mediante la siembra de organismos cultivados, en sitios considerados como estratégicos por sus condiciones geomorfológicas, oceanográficas y bioecológicas que favorecerían el establecimiento de centros puntuales de organismos reproductores en Bahía de La Paz. Estos centros, que han sido aumentados y extendidos año con año desde el inicio de nuestros trabajos, contribuyen significativamente a la recuperación gradual del recurso y al incremento en la capacidad de colecta de semilla mediante el creciente aporte larvario.

2. Un propósito de aplicación productiva es la producción inducida de perlas, mediante el desarrollo de técnicas quirúrgicas propias para la implantación e inserción de núcleos. La perlicultura, aplicada bajo un esquema bien planificado, podría tener una influencia decisiva en el desarrollo socioeconómico regional, al ofrecer una amplia gama de alternativas productivas, no sólo en cuanto a la misma producción de perlas, sino también en la implementación de diversas

³ Denis George, James Cook University, Queensland, Australia

actividades paralelas y apalancamiento de programas ecoturísticos a nivel regional. Este hecho ha sido ampliamente demostrado en otras regiones productoras de perlas en el mundo.

A la fecha, los resultados alcanzados después de casi diez años de investigación son altamente satisfactorios. Se ha logrado definir, en un 100 % para madreperla y concha nácar, el proceso tecnológico integral del cultivo extensivo; la tecnología se encuentra prácticamente en estado de transferencia y puede ser aplicada positivamente, en forma eficiente y de inmediato, incluso por personal no-científico para quienes este proyecto está especialmente dirigido.

Las experiencias de repoblamiento han sido sumamente exitosas, habiéndose logrado determinar las técnicas más eficientes para la siembra artificial de organismos cultivados y asegurar su permanencia, su sobrevivencia y su reproducción. Los núcleos de repoblamiento sembrados, conteniendo individuos de madreperla y concha nácar, muestran alta tasa de supervivencia y continuidad, ya que se han detectado actividades reproductivas en el seno de los mismos.

Los resultados sobre la inducción a la producción de perlas son también positivos. Se han obtenido, a nivel piloto, perlas tipo Mabé de alta calidad hasta de 15 mm de diámetro y 11 mm de altura, con recubrimiento promedio de nácar de 2.5 mm de espesor. En cuanto a la obtención de perlas libres, los resultados alcanzados son aún modestos, sin embargo, éstos son congruentes con la metodología aplicada y permiten sacar ricas conclusiones que pueden mejorar la respuesta de los organismos en los siguientes ensayos. Se considera que, bajo condiciones óptimas, se podrá tener éxito a corto plazo en la obtención de este tipo de producto.

Se ha recopilado amplia información espacial y temporal sobre el estado actual del recurso en Bahía de La Paz, por medio de detalladas prospecciones y evaluaciones en más de 130 sitios costeros. Esto ha permitido, además, identificar los sitios más propicios para la instalación de estaciones de colecta, así como áreas de cultivo, perlicultivo y repoblamiento, con el fin de implementar granjas perleras.

Características de los productos perleros y su mercado

Con el fin de comprender las características de la tecnología de nacaricultura y perlicultura, así como las estrategias bajo las cuales sería posible implementar actividades de perlería en México, es necesario examinar con algún detalle el tipo de productos que se obtienen a partir de las especies perleras, su utilización y su forma de presentación en el mercado.

El mercado de las ostras perleras presenta características muy particulares, debido a que el aprovechamiento de estas especies es prácticamente integral; se trata probablemente del único grupo de especies marinas para cuyo cultivo no se persiguen fines esencialmente alimentarios. No obstante, aunque de forma moderada, también se comercializa el callo el cual es considerado un producto de alta gastronomía en los mercados asiáticos.

Además, es necesario considerar que la influencia de las ostras perleras mexicanas en el mercado nacional e internacional ha tenido una ausencia de casi 90 años, por lo que en términos de apertura comercial se está tratando con un producto de lujo y virtualmente nuevo.

A continuación se describen brevemente los tipos de productos que existen actualmente en el mercado perlero.

Con excepción de la perlas de Mayorca o Majorica que son productos sintéticos manufacturados por el hombre en cuya formación no interviene una ostra, existen seis tipos de perlas de cultura, cada una de ellas con mercado y utilización específicos:

Las "Akoya" de *Pinctada martensi* (especie pequeña, de 6 a 8 cm de diámetro de la concha), que se producen en grandes cantidades en Japón. Son perlas pequeñas (raramente mayores de 6

mm de diámetro), esféricas, de color blanco o teñidas y en general de baja calidad ya que la capa de nácar raramente sobrepasa 0.8 mm de espesor. Su precio de venta oscila entre 6 y 12 dólares por pieza en lote. Japón retiene el monopolio de esta producción, y reporta beneficios anuales producto de exportación por más de 500 millones de dólares (Pearl World, 1992, 1993, 1994a).

Las "Biwa" o perlas de río, también llamadas "perlas de arroz", producto de algunos bivalvos Unionidae (almejas de agua dulce que pueden medir hasta 18 cm en su eje más largo), que se producen también en grandes cantidades, principalmente en China y Estados Unidos de América, y un poco menos en Japón. Las Biwa son perlas muy pequeñas, de color blanco o teñido, con formas barrocas y generalmente de baja calidad. Se venden por peso a precios entre 85 y 150 Dlls/kg. Cabe mencionar que es a partir de la gruesa concha de algunas especies de esta familia que se fabrican la gran mayoría de los núcleos que se utilizan en la perlicultura. La región de Missisipi, E.U.A. es la principal productora. En algunos ríos de México se ha reportado la existencia de Unionidae que podrían ser interesantes candidatos como productores de este tipo de perlas y también de núcleos. Vale la pena señalar la crisis mundial en la provisión de núcleos que se presentará en un futuro cercano debido a la gravísima infestación de "zebra mussel" en las granjas norteamericanas productoras de núcleos (Fassler, 1996). En este sentido, México posee un valioso potencial en cuanto a la producción de núcleos, que sería altamente conveniente estudiar para su explotación comercial.

Las "Black South Sea Pearls" de *Pinctada margaritifera* (provenientes principalmente de la variedad *cumingi*), especie que mide hasta 22 cm de diámetro de concha. Este tipo de perlas se producen en cantidad moderada en la Polinesia francesa, y empiezan recientemente a producir las Islas Cook y Marshall. Las perlas de *P. margaritifera* son grandes (entre 12 y 16 mm de diámetro, raramente mayores, cuya capa de nácar puede tener hasta 3 mm de espesor), de color plateado, tornasol o gris oscuro, esféricas o barrocas, y de alta calidad. El precio promedio FOB en lote de estas perlas fue de 100 Dlls. por pieza en 1993 (Pearl World, 1994, Coeroli, 1994). La Polinesia francesa sostiene una producción de exportación de perlas por más de 120 millones de Dlls. anuales (Pearl World, 1994b).

Las "Golden South Sea Pearls" de *Pinctada maxima*, la gigante del género que puede alcanzar 30 cm de diámetro de la concha. Éstas se producen moderadamente en el norte y noroeste de Australia, en varias islas de Filipinas y en algunas granjas de Mynamar, Indonesia, Tailandia y Malasia, aunque Australia es con mucho el principal productor. Las perlas que puede producir esta especie son de gran tamaño (promedios entre 14 y 18 mm de diámetro, a veces mayores, con más de 2.5 mm de espesor de nácar), de color blanco nácar y dorado, forma esférica a semi-barroca y de alta calidad. Su precio de venta promedio en lote fue hasta de 250 Dlls. por pieza en 1994 (Pearl World, 1994b). Únicamente las granjas perleras del noroeste de Australia (alrededor de 14) reportan producciones superiores a 85 millones de Dlls. anuales (Doubilet, 1991; Fassler, 1991). Cabe mencionar que la obtención de adultos injertables de esta especie se basa en una gran proporción en la extracción de individuos salvajes. El cultivo extensivo, aun incipiente y poco desarrollado, se practica solamente en muy pocos sitios dentro del área de distribución de la especie, especialmente en Filipinas.

Las "Keshi" que se producen principalmente en la polinesia francesa de *Pinctada margaritifera cumingi*. Este tipo de perla se forma a partir del tejido de injerto que en algunos casos es retenido por la ostra operada cuando ésta rechaza solamente el núcleo, o cuando, con toda intención, se introduce un trozo de tejido sin núcleo. Son perlas de tamaño variable, raramente mayores 10 mm en su eje más largo, formas muy barrocas y de color grisáceo brillante como el de las perlas libres de esta especie. Su precio es relativamente menor que el de una perla libre esférica o semi-esférica

de la misma talla y calidad (un Keshi de aproximadamente 7-8 mm puede tener precios de 20-25 Dlls., siendo el valor promedio de 8 a 10 Dlls. por gramo).

Las "Mabé" o media-perla que se producen en Australia con *Pinctada maxima*, en la polinesia francesa con *Pinctada margaritifera* var. *cumingi* y en Japón con *Pteria penguin*. Las Mabé se producen generalmente después del segundo o tercer ciclo de injerto que se ha practicado sobre un mismo organismo (una ostra puede recibir dos injertos consecutivos, raramente tres, con lo cual se reduce al tiempo de espera entre las cosechas, pero también aumenta la mortalidad post-injerto y, generalmente, disminuye la incidencia de perlas de calidad). Son generalmente bastante grandes (entre 13 y 18 mm de diámetro, a veces hasta 20 mm), su forma se ajusta a la forma del núcleo que haya sido implantado (medias esferas, óvalos, estrellas, letras...) y pueden implantarse, en función del tamaño del núcleo y el del individuo que reciba los implantes, hasta cinco núcleos por ostra. El precio promedio de venta es sumamente variable, aunque una cifra de 40 a 50 Dlls. por pieza ya cortada se consideraría adecuada para Mabé de buena calidad.

Por otro lado, las conchas de las ostras se aprovechan para la manufactura de finos trabajos de incrustación artesanal en madera, metal y piedra (cofres, biombos, mesillas, etc.) e incorporación de cortes en el diseño de joyería. De igual manera, es bien conocida la propiedad curativa del polvo de nácar en cremas y cosméticos; recientemente se ha descubierto su uso en la cirugía reconstructiva de fracturas e injertos en hueso.

En el mismo contexto es también importante describir los criterios que se utilizan en la determinación de la calidad de las perlas, ya que es con esta base que se podría "medir" el potencial competitivo de los productos mexicanos en los mercados internacionales. En este sentido, cabe señalar que los criterios de valuación son más o menos subjetivos y que varían en función de varios factores: moda, abundancia o escasez de producción, preponderancia de un criterio tasador, fama y renombre del productor y/o distribuidor, etc. (Cariño, 1995, 1996).

En forma general los seis principales puntos que se califican en la valuación de perlas son los siguientes, sin orden específico de ponderación (Doumenge, 1992): 1) tamaño, 2) color, 3) forma y regularidad, 4) homogeneidad de brillo, 5) homogeneidad de cutis, y 6) oriente.

Vale la pena analizar en especial el 6o. punto. El *oriente* es la capacidad de una perla de reflejar con mayor o menor grado de perfección un haz de luz que incida en su superficie. Un oriente alto es función principalmente del grueso de la capa de nácar y de la perfección en el cutis (ausencia de manchas, depresiones o áreas opacas), que permite una reflexión más brillante y homogénea de luz incidente en toda la superficie de la perla.

El valor de una perla se adjudica por la mayor o menor perfección que se observe en la combinación de estos seis elementos. Así por ejemplo, una perla muy grande puede tener menor valor que una perla más chica si esta última obtiene puntaje más alto en las demás características. No obstante, a nuestro parecer, y con base en la amplia experiencia con que se cuenta en cuanto a las exigencias actuales del mercado perlero, el oriente es, en este momento, el criterio de valuación preponderante. De hecho, esta opinión es compartida por varios conocidos expertos perleros.

El peso (medido comúnmente en *mommes*, 1 momme = 3.75 g) era un criterio de valuación importante en las perlas naturales (Cariño, 1995, 1996); en las cultivadas, debido a que el núcleo puede ser de diferentes materiales, este criterio se utiliza poco aunque es un elemento de referencia útil en relación a la estimación del volumen de una cierta producción. Una perla libre cultivada de aproximadamente 9-10 mm de diámetro puede pesar alrededor de 0.60 momme en promedio, es decir, 2.25 g.

I.B. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

LA TECNOLOGÍA ACTUAL DE NACARICULTURA Y PERLICULTURA

Para obtener adultos de ostras perleras con los cuales proceder al perlicultivo, se ha mencionado que la tecnología comercial más utilizada actualmente en el mundo es de tipo extensivo (Fassler, 1994). En términos generales, ésta se compone de tres etapas básicas que pueden variar en ciertos aspectos y en diferentes proporciones en función del sitio donde se aplique o en la especie que se trabaje: 1) la colecta de semilla natural por medio de sistemas colectores especialmente diseñados y manejados bajo estrategias definidas, 2) la preengorda o cultivo intermedio, etapa en la que los pequeños juveniles cosechados en los colectores se llevan a un estadio de crecimiento y supervivencia adecuados, utilizando diferentes tipos de jaulas o cajas (algunos productores no aplican esta etapa), y 3) el cultivo tardío, que generalmente se lleva a cabo a media-agua hasta que los organismos alcanzan la talla y consistencia de la concha ideales para proceder al perlicultivo.

Globalmente, la tecnología de cultivo desarrollada por el Grupo Ostras Perleras del CIBNOR es similar a la que se utiliza en otros países perleros actualmente en producción. Sin embargo, dado que cada especie tiene su propia respuesta a las manipulaciones inherentes al cultivo, existen diferencias muy conspicuas entre los métodos, técnicas y estrategias que se aplican. En efecto, al inicio de nuestras investigaciones, empezamos por probar técnicas ya conocidas en India, Polinesia Francesa, Australia y Japón (Cahn, 1949; Alagarswami, 1970; Alagarswami y Quasim, 1973; Wata, 1973; Mizumoto, 1976; Achari, 1982; Coeroli *et al.*, 1984; Ward, 1985; Scoones, 1988; Doubilet, 1991), las cuales no dieron los resultados que se esperaban. De allí que la tecnología desarrollada por el Grupo Ostras Perleras del CIBNOR puede ser considerada como única para lograr el cultivo de las especies perleras locales. Además, las acciones de repoblamiento como estrategia conservacionista al parecer se llevan a cabo sólo en México bajo una metodología propia y original (Saucedo, 1991; Saucedo y Monteforte, 1994, 1996; Saucedo *et al.*, 1994).

En cuanto al perlicultivo, la inducción a la formación de perlas se logra por tres métodos, cada uno de ellos enfocado a la obtención de los tres productos perleros descritos con anterioridad: perla libre, Keshi o Mabé (Mizuno, 1981).

Para la operación para perla libre se necesita un núcleo esférico fabricado preferentemente con material calcáreo (los núcleos más utilizados y los que generalmente dan mejores resultados provienen de la gruesa concha de algunas especies de bivalvos de agua dulce), aunque en algunos casos se utiliza mármol o cuarzo (Velu *et al.*, 1973; Roberts y Rose, 1989). Este núcleo se inserta en el tejido blando de un organismo receptor, junto con un trozo de manto (injerto) de un organismo donador mediante una delicada micro-cirugía.

La operación de Keshi es similar a la anterior, con la diferencia de que el organismo receptor sólo recibe un trozo de manto (sin núcleo) lo que, eventualmente, el organismo operado rechaza sólo el núcleo y conserva el trozo de tejido. La perla que se obtiene es siempre de formas barrocas y caprichosas.

Para la obtención de Mabé, la intervención en el organismo es relativamente menos agresiva que en los dos métodos anteriores. Se trata básicamente de implantar sobre la cara interna de la concha, una o varias medias-esferas o $\frac{3}{4}$ de esfera de material calcáreo o plástico, aunque no todos los plásticos son adecuados. La perla formada queda adherida a la concha; para recuperarla y obtener un producto terminado listo para ser montado en joyería, es necesario sacrificar al animal y utilizar instrumentos especiales de lapidaria gemológica para realizar los cortes en la concha y preparar la Mabé.

El éxito de la operación de perlicultivo, en cualquiera de sus tres presentaciones, depende de varios factores entre los cuales probablemente el más importante es la habilidad y experiencia del operador (Mizuno, 1981; Salomon y Roudnitska, 1986; Fassler, 1991).

Otro de los factores sumamente importantes en este sentido es la disponibilidad de cierta infraestructura que permita realizar dicha operación en las condiciones más propicias posibles; es decir, se requiere primordialmente de un mínimo de control en la asepsia y la temperatura del agua donde se preparan los organismos receptores, y donde más tarde se colocan en convalecencia los organismos operados antes de ser regresados a los sitios de perlicultivo en campo (Mizuno, 1981; Coeroli y Mizuno, 1985).

El conocimiento de la anatomía de cada especie es también decisivo en este tipo de operación. Se ha señalado en párrafos anteriores que una de las razones que originaron el fracaso de las experiencias de perlicultivo aplicadas en México, es justamente la manipulación de las especies locales por parte de expertos internacionales --que sin duda alguna lo son, pero en sus propias especies-- o por personal carente de experiencia.

En cuanto a la tecnología disponible, aparentemente no existe en el mundo ningún experto cultivador y/o perlicultor en las ostras perleras mexicanas. La tecnología más avanzada y eficiente ha sido generada en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR, es propia, original e innovadora, y en su desarrollo e implementación ha intervenido exclusivamente personal mexicano constituido por estudiantes-tesistas de instituciones de educación superior. Esto nos confiere las invaluable ventajas de: 1) la independencia tecnológica, 2) la soberanía sobre el manejo conservacionista y aprovechamiento integral del recurso, 3) la posibilidad de dirigir enteramente los beneficios productivos hacia el desarrollo socioeconómico regional, y 4) la libertad de apertura en los mercados internacionales.

Estos elementos los poseen muy pocos productores perleros establecidos actualmente en el mundo (Fassler, 1995).

En este sentido, es importante tener en cuenta la necesidad de evitar la injerencia de intereses extranjeros y conservar la soberanía de este valioso recurso que debiera ser considerado como Patrimonio Estratégico Nacional. Esto sólo podrá lograrse generando tecnología independiente y aplicando un serio programa de planeación, ordenamiento y regulación de las actividades perleras en México.

I. C. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Se ha mencionado que las poblaciones de ostras perleras se encuentran bajo veda permanente desde 1940, en toda la costa mexicana del Pacífico. Esta veda, vigente a la fecha, no ha impedido actividades de extracción clandestina que son difícilmente cuantificables.

En efecto, en todos los principales polos turísticos del Pacífico mexicano, es común encontrar concha y perla natural en venta en diferentes establecimientos comerciales o por parte de vendedores ambulantes. Además, es un hecho conocido la venta masiva de callo de concha nácar --“callo de árbol”-- que se obtiene a partir de pesquerías localizadas principalmente en los tercios medio y superior de ambas costas del Golfo de California. Esta actividad, además de los fines alimenticios, seguramente incide en el comercio de concha para artesanía y, eventualmente, en perla natural que en general es rara, de baja calidad (morralla) y de influencia local.

Por otro lado, la frecuente observación de concheros recientes de madreperla y concha nácar en las playas de la Bahía de La Paz es prueba de que el mito perlero continua ejerciendo una fuerte influencia entre pescadores y turistas.

I.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

Dadas las características relativamente locales y recientes en cuanto al adelanto científico y desarrollo tecnológico en el ámbito de la nacaricultura y la perlicultura, los productores actuales son escasos y se reducen a unos cuantos grupos adscritos a instituciones de docencia e investigación. De éstos, el CIBNOR es sin duda la institución más adelantada desde el punto de vista científico y tecnológico.

En cuanto a la pesquería, como se mencionó con anterioridad, se trata de una actividad que se practica bajo “clandestinidad” o pesca de consumo local enfocada esencialmente al aprovechamiento del callo y la artesanía. El papel de las escasas perlas naturales se restringe a un mercado local de tipo “curious”, aunque existen raras piezas de particular belleza que se encuentran en colecciones personales.

A continuación, se describe brevemente la caracterización de los grupos actuales involucrados en el aprovechamiento de las ostras perleras.

BAJO RÉGIMEN DE PESCA CLANDESTINA

Por razones obvias la información es fragmentaria y escasa, la mayor parte de origen oral y de observaciones personales. Con excepción de las pesquerías comerciales de concha nácar mencionadas con anterioridad, las cuales tienen fines principalmente de consumo alimentario, el resto de las extracciones reviste un carácter local dirigido mayoritariamente a la artesanía en concha. En ambos casos, el volumen de extracción es difícilmente cuantificable, aunque sin duda alguna afecta el frágil equilibrio de las poblaciones naturales.

BAJO ACTIVIDADES DE CULTIVO

PERLAMAR de La Paz, S. de R.L. de C.V., en Bahía de La Paz, B.C.S. Empresa de reciente formación cuyos socios fundadores son personal técnico y de investigación del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR. Posee la tecnología más avanzada disponible en México sobre el cultivo, repoblamiento y producción de perlas en *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*.

Cultivos Marinos del Desierto, S.A. de C.V., en Bahía de Bacoichampo, Guayamas, Son. Empresa de reciente formación incubada en el ITESM-Guaymas. Esta empresa se ha enfocado a una aplicación productiva directa. Su producción se concentra en Mabés de *Pteria sterna* y joyería en plata.

Laboratorio de Cultivos Marinos del Area de Ciencias del Mar en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en La Paz, B.C.S. Se trata esencialmente de un grupo de investigación que inició estudios recientemente sobre producción de semilla de ostras perleras en laboratorio.

Centro Ostrícola de Bahía Kino del Instituto de Acuicultura de Sonora. Un grupo de investigadores desarrolló tecnología para producción de semilla de *Pteria sterna* en laboratorio a nivel comercial. Sin embargo, puesto que la actividad perlera es aun incipiente, la demanda es baja. Recientemente, el Grupo ostras perleras envió a dicho laboratorio un lote de adultos de *Pteria sterna* en perfecto estado de salud, originario de las actividades de cultivo extensivo de esta

especie en Bahía de La Paz. Desgraciadamente, el ensayo fracasó, resultando en la total mortalidad de los lotes de individuos que se enviaron.

Por otro lado, existen intenciones concretas por parte de los gobiernos estatales de algunas regiones del Pacífico mexicano (Jalisco y Colima principalmente) y sureste del país, así como por el sector privado, quienes muestran interés en desarrollar granjas perleras en sus costas. Se considera que la implementación de proyectos perleros en dichas regiones no sólo podría ser factible, sino que también implicaría un importante elemento detonador del desarrollo con profundas y positivas implicaciones socioeconómicas.

VOLÚMENES Y VALORES DE LA PRODUCCIÓN

Ya se ha señalado la dificultad de estimar los volúmenes de extracción que se obtienen a través de la extracción, puesto que la información es poco accesible. El pescador más conocido de concha nácar que se ha ubicado, no ha aportado información confiable, aunque sabemos que dispone de numerosas pangas con equipos de buceo por compresor y que cubre un territorio amplio, habiéndose detectado que una buena parte de su captura la deposita en Guaymas y Topolobampo. No obstante la poca información, suponemos que el negocio es bastante productivo y que, eventualmente, comercializa concha y algunas raras perlas naturales de buena calidad.

En cuanto a la producción que se obtiene a través del cultivo, ésta es relativamente moderada y se encuentra aún lejos de ser competitiva a nivel internacional.

Por ejemplo, el volumen de producción que maneja actualmente Perlamar de La Paz a través del cultivo extensivo no es superior a 5 mil individuos adultos de *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna* anuales. Esto se debe principalmente a que los integrantes la empresa se han centrado en la investigación científica y perfeccionamiento tecnológico de todas las etapas de producción. Así, paralelamente a una producción piloto demostrativa de perlas -Mabé en particular-, se lleva a cabo el monitoreo de numerosos lotes sujetos a investigación científica.

Por su parte, la empresa "Cultivos Marinos del Desierto" se ha centrado esencialmente en la producción de Mabé de *Pteria sterna*, aunque con un monitoreo científico escaso. Sin embargo, la relativa prodigalidad del medio, en cuanto a semilla de concha nácar se refiere, permitirá un interesante escalamiento de dicha empresa.

En cuanto a la producción comercial de semilla originaria de laboratorio, el grupo del Instituto de Acuicultura de Sonora parece ser el único que ofrece dicha tecnología actualmente, aunque existen estadíos anteriores realizados por investigadores mexicanos que desgraciadamente no se continuaron (Mazón, 1987; McAnally y Valenzuela, 1990; Del Río, 1991; Araya *et al.*, 1991). Sin embargo, no se conocen estudios sobre la viabilidad de este tipo de semilla en posteriores operaciones de cultivo, repoblamiento y perlicultivo.

1.E MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

La principal particularidad de las ostras perleras es su potencial en cuanto a la producción de perlas y nácar, potencial económico desde el punto de vista alimenticio es minoritario. En este sentido, el aprovechamiento comercial de estas especies incide esencialmente en un mercado que posee características muy distintas de las que prevalecen en otros de los productos marinos ya sean éstos de pesca o de acuicultura (Gruet, 1992).

Así, para analizar claramente las diferentes formas en las que se dió la explotación del recurso perlero en México y su perspectivas a futuro, sería necesario ahondar en una historia de larga

duración, tanto regional como mundial. Un detallado estudio de este aspecto se encuentra en Cariño y Monteforte (1995) y Cariño (1994, 1995). Se señalan sólo algunos puntos esenciales, a fin de dar una idea de la importancia que tuvo el recurso perlero regional en los mercados internacionales, y la amplia factibilidad de recuperar ese lugar a través del manejo racional y bien planificado de dicho recurso:

- La Bahía de La Paz fue durante largo tiempo uno de los principales centros mundiales de producción perlera, y las perlas de La Paz tienen aun, un merecido renombre internacional.
- Existen perlas de superior calidad en numerosas colecciones particulares pertenecientes a joyeros extranjeros de primera línea, y en colecciones personales tanto nacionales como internacionales. Se tienen evidencias de que la famosa perla *Peregrina*, originaria de *Pinctada mazatlanica*, fue extraída en la Bahía de La Paz y no en Panamá como se pensaba. Otras piezas bien conocidas son: la *Oviedo*, la *Carlos II* (de España), el tesoro de las Catedrales de Toledo y Sevilla, la *Gogibus*, la colección de Maximiliano de Asburgo, la Corona Real de Inglaterra, etc.
- Se conocen apuntes sobre pesquería de perlas que datan del siglo XVI. La corona española fue sin duda el principal iniciador del comercio de perlas mexicanas en Europa y Medio-Oriente.
- A partir de la independencia, numerosas compañías extranjeras y nacionales se dedicaron a la explotación pesquera y comercio de concha y perla, cuyo principal destino de producción fue esencialmente internacional (Estados Unidos de América y Europa).
- La única experiencia comercial basada en el cultivo de madreperla y la producción natural de perlas, la “Compañía Criadora de Concha y Perla”, que operó en Isla Espíritu Santo, Bahía de La Paz, entre 1903 y 1914, dirigía la mayor parte de su producción hacia los mercados estadounidenses (New York) y europeos (Paris). Tomando en cuenta lo escrito en los documentos de Don Gastón Vives (Vives, 1908, 1916, 1919; Cariño, 1991, 1994) la “Compañía Criadora”, al momento de su destrucción, poseía más de 10 millones de ostras en diferentes etapas de cultivo y “perlicultivo” (el perlicultivo por implantación o injerto no se practicaba en dicha empresa). Es fácil imaginarse los enormes beneficios económicos que generaba la actividad comercial de esta compañía.
- En 1940, se dictó una veda permanente sobre la pesquería de ostras perleras. Ya algunos años antes de esta fecha los bancos naturales estaban tan deteriorados que las empresas perleras dejaron de ser rentables, llegándose incluso a pensar que el recurso se había agotado completamente. Desde entonces el destino de la producción se restringe a un ámbito local, aunque estas extracciones aún representan un factor negativo en el delicado equilibrio de las poblaciones naturales.
- A pesar de esta veda, vigente a la fecha, la extracción comercial de concha nácar se practica en el tercio medio y superior del Golfo de California. No se conoce a ciencia cierta el volumen y destino de la producción, aunque en algunas localidades es común encontrar “callo de árbol” en el comercio.
- Los estudios de investigación científica y desarrollo tecnológico realizados en México desde principios de la década de los sesenta, y en especial desde 1986 a la fecha, han mostrado claras evidencias sobre la amplia factibilidad de construir y operar granjas perleras regionales.
- La manufactura y comercialización de joyería y artesanía fina se revela como una interesante estrategia de mercado. Esto confiere un elevadísimo valor agregado a los productos perleros, generando además, una amplia gama de alternativas de producción, industrias paralelas y empleo.

Es evidente que el destino de la producción apunta hacia un vasto mercado de lujo eminentemente internacional, cuyo valor global reportado en 1994 fue de 3 mil millones de Dlls. como producto de venta de perlas en lote, y entre 3 y 5 mil millones de Dlls. por venta en detalle (Fassler, 1995).

II. POTENCIAL DE LA NACARICULTURA Y LA PERLICULTURA

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

En comparación con otros países productores, México posee un potencial perlero altamente competitivo, no solamente debido a la alta calidad mundialmente reconocida del nácar y la perlas producidas por las especies regionales, sino también por el hecho de que son pocos los países que cuentan en sus aguas con más de una especie perlera con posibilidades de ser explotada comercialmente. En México existen cuatro especies marinas productoras de perlas, de las cuales en dos de ellas se ha logrado un considerable adelanto tecnológico en su cultivo e inducción perlera.

Aparte de las ventajas que confiere la independencia tecnológica en cuanto a la libre apertura en el mercado, la soberanía en el manejo y aprovechamiento del recurso, y la posibilidad de incidir integralmente en el desarrollo socioeconómico de las regiones donde se instalen granjas perleras, México es en este momento el único país de América que cuenta con tecnología de nacaricultura y perlicultura lo suficientemente avanzada como para aplicarse de inmediato con fines de producción comercial. Por otra parte, en La Paz se cuenta actualmente con la única tecnología eficiente y probadamente positiva para el manejo de *Pteria sterna* y *Pinctada mazatlanica* a todo lo largo de su distribución geográfica.

Además de la amplia distribución latitudinal de ambas especies en la costa mexicana del Pacífico y la existencia de otras dos especies susceptibles de producir perlas en la costa del Caribe, se cuenta con una cantidad considerable de sitios propicios donde pueden implementarse unidades de producción. Por ejemplo, en la Bahía de La Paz se han detectado de 18 a 20 bahías protegidas contabilizando un total aproximado de 2500 ha donde podrían instalarse más de 100 unidades de producción apoyadas por un solo centro regional de operaciones bien equipado (fig. 1).

En suma, el potencial de la nacaricultura y la perlicultura en México es evidente, y la implementación de granjas perleras resulta un proyecto altamente factible: se cuenta con el recurso, con una sólida base de conocimiento científico y tecnológico para aprovecharlo racionalmente, con una enorme amplitud de costa, y con el decidido interés de los sectores público y privado en cuanto a la formación de empresas perleras mexicanas.

Ahora bien, antes de continuar en el análisis de la presente sección, es importante definir en este momento dos términos que se ha utilizado en varias ocasiones en párrafos anteriores, con objeto de comprender las características que reviste la construcción y operación de una granja perlera y su modo de actividad productiva. Estos términos son: 1) Centro Regional de Operaciones, y 2) Unidades de Producción.

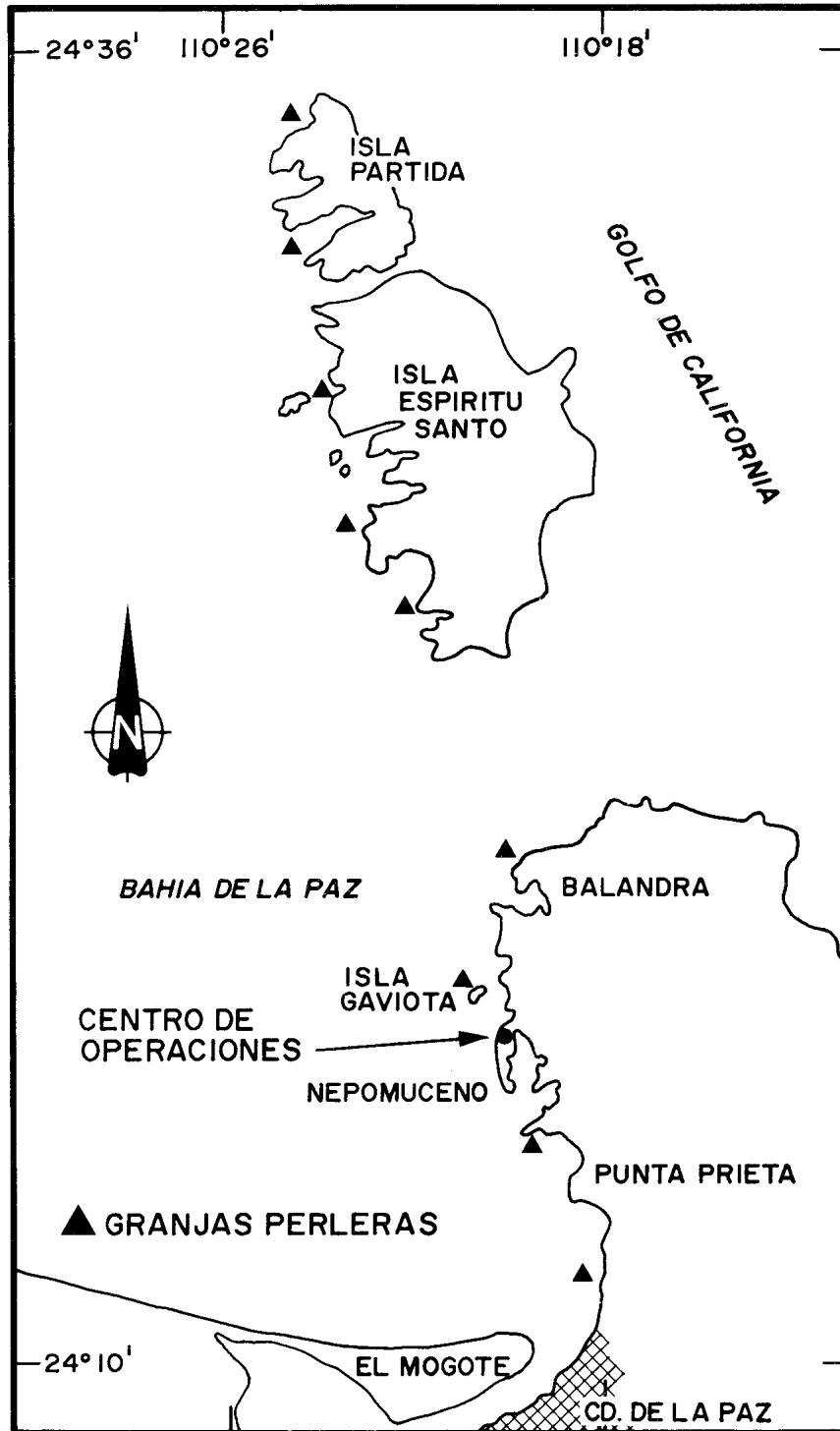


Figura 1. Mapa de localización de los sitios propuestos para la instalación de granjas perleras y Centro Regional de Operaciones en Bahía de La Paz, B.C.S.

Centro Regional de Operaciones

Se trata de una infraestructura completamente equipada que se instalaría en un sitio estratégico en la costa de la Bahía de La Paz y en alguna otra micro o macro región de la costa del Pacífico. Dicho sitio estaría constituido por los módulos siguientes:

Módulo 1: plataforma de trabajo en terreno ganado al mar, conformada por: área de recepción y anclaje de embarcaciones; área de maniobras tierra-mar; área de desgrane de colectores y tratamiento de organismos; laboratorio de perlicultura; laboratorio de producción de semilla; bodegas para equipo y materiales de uso constante; área de lavado de equipo y personal.

Módulo 2: terreno de almacén y manufactura, conformada por: almacén de maquinaria; almacén de materiales y herramienta; taller de manufactura de artes de colecta, cultivo y perlicultura; taller de producto terminado y joyería.

Módulo 3: terreno científico y técnico conformado por: área de radio-comunicación; área de almacén para instrumental y equipo fino; área de laboratorio seco; área de cubículos para personal; área sanitaria.

Módulo 4: terreno de soporte conformado por: área de sistemas filtrado y de bombeo; área de cisternas de agua de mar y agua dulce; área eléctrica; área sanitaria y séptica; área de vigilancia; área de acceso y estacionamiento.

Este centro de operaciones proveería servicio de apoyo y asesoría a un cierto número de unidades de producción. La dimensión y ubicación de dicho centro deberá estar acorde con el número, dimensión y dispersión de las unidades de producción que dependan de éste.

Unidades de Producción

Una *Unidad de Producción* es en sí una granja perlera. Las unidades de producción están formadas por dos tipos de sistemas: (1) los sistemas de colecta de semilla, y (2) los sistemas de recepción y manejo de juveniles y adultos.

El sistema de colecta consiste en una línea madre sostenida a flote por medio de boyas y fijada al fondo con lastres de concreto, de donde se suspenden las células colectoras de semilla (bolsas de malla rellenas con material plástico); los sistemas de recepción son balsas flotantes de donde se cuelgan canastas de preengorda, jaulas de cultivo tardío y redes de perlicultura. Además, es necesario contar con una plataforma flotante autosuficiente para vigilancia y trabajos de mantenimiento y monitoreo.

Cada uno de estos sistemas se ubicaría en sitios favorables, específicos para llevar a cabo las diferentes etapas de producción. En este sentido, se cuenta con amplia información con respecto a la viabilidad para instalar balsas flotantes en 18 a 20 bahías protegidas y más de 35 sitios favorables para la instalación de sistemas de colecta de semilla en la Bahía de La Paz (fig. 1).

Las unidades de producción contarían con su propio material, equipo y personal para llevar a cabo en forma óptima las operaciones de cultivo extensivo, desde la colecta de semilla hasta la obtención de adultos y, más tarde, el monitoreo del perlicultivo.

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN ANUAL DE PRODUCCIÓN

El problema que nos ocupa respecto al presente rubro se refiere esencialmente a cuatro tipos de suministro: 1) la provisión estable y constante de semilla, 2) la disponibilidad de jóvenes adultos y de adultos viables para proceder al repoblamiento y al perlicultivo, respectivamente, 3) el volumen de producción de perlas de buena calidad, y 4) el volumen de producción de concha que pueda ser aprovechada en la elaboración de artesanía fina.

La provisión de semilla es un factor de suma importancia en la estimación de los volúmenes de producción ya que representa el elemento principal con el cual se inicia el ciclo de cultivo. Por tal motivo, los estudios relacionados con el suministro de semilla de ostras perleras han sido objeto de especial esfuerzo, no solo por parte del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR sino también por otros grupos de trabajo en México.

Actualmente, para la producción de semilla en laboratorio solamente se cuenta con tecnología desarrollada en *Pteria sterna*; sin embargo, ésta no ha sido aun validada a nivel masivo. No obstante, tomando en cuenta la capacidad científica y operativa de los dos grupos de trabajo que se encuentran involucrados en la materia (UABCS y Centro Ostrícola de Bahía Kino), suponemos que se podrían lograr volúmenes considerables de producción, aunque sería necesario realizar estudios posteriores con el fin de evaluar la viabilidad de dicha semilla durante las etapas subsecuentes de cultivo extensivo, repoblamiento y perlicultivo.

En cuanto a las técnicas de colecta de semilla natural, las experiencias realizadas, en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR, en la Bahía de La Paz han permitido definir todos los elementos necesarios para el establecimiento de estrategias adecuadas para lograr una alta cosecha de semilla de madreperla y concha nácar (Monteforte y López, 1990; García-Gasca y Monteforte, 1990; Monteforte y Cariño, 1992; Monteforte y García-Gasca, 1994; Bervera, 1994; Monteforte y Aldana, 1994; Monteforte y Bervera, 1994; Monteforte y Wright, 1994; Monteforte *et al.*, 1995; Bervera y Monteforte, 1995). Con base en dicha información, se estima que Bahía de La Paz podría suministrar en forma estable cerca de dos millones de semillas anuales con un esfuerzo de colecta de 200 mil colectores, es decir, previendo la fijación promedio de 10 semillas por colector. Este promedio es intencionalmente bajo, ya que números mayores de 75 semillas/colector son alcanzables aplicando las estrategias correctas (Monteforte y Bervera, 1994; Bervera, 1994; Bervera-León y Monteforte, 1995).

Es de suma importancia tomar en cuenta que el suministro estable de semilla natural no depende exclusivamente de factores tecnológicos o de estrategias de colecta, sino también del potencial reproductivo de los bancos naturales (Achari, 1982; Mann, 1984; Monteforte, 1995). De ahí la necesidad de conjuntar programas conservacionistas y acciones de repoblamiento con las estrategias de construcción y operación de granjas perleras regionales. En este sentido, la ubicación, el número y dimensión de dichas granjas, así como su modalidad operativa de producción, deberán ser cuidadosamente planificados.

La disponibilidad de adultos a ser utilizados en repoblamiento o perlicultivo depende no sólo del número inicial de semilla, sino también del perfeccionamiento tecnológico que implica lograr que ésta viva hasta llegar a dichas etapas (Monteforte *et al.*, 1994a). Desde la operación misma de recuperación de los individuos del colector, éstos están sujetos a presiones de manipulación, limpieza, traslado, etc., que se llevan a cabo durante el proceso de monitoreo y mantenimiento en todas las etapas subsecuentes del cultivo. Por tal motivo, las granjas perleras deberán contar con personal bien entrenado que sea capaz de tomar las decisiones correctas en los momentos oportunos, así como con la constante disponibilidad de material y equipo.

De esta manera, el principal factor que determinará la cantidad de adultos disponibles para el repoblamiento y perlicultivo, es la mortalidad acumulada desde el momento en que se cosecha la semilla hasta que ésta alcanza la talla/edad adecuada para proceder a ambos fines.

Las técnicas de repoblamiento desarrolladas por el Grupo Ostras Perleras del CIBNOR han demostrado ser altamente eficientes. Se utilizan para este propósito organismos cultivados de aproximadamente 6-8 meses de edad, los cuales se siembran en substratos previamente preparados. A la fecha, se han sembrado alrededor de 3500 individuos distribuidos en 70 "células

de repoblamiento”, habiéndose detectado una supervivencia natural superior al 80% (sin contar los individuos que han sido sujetos a predación humana, acción fácilmente identificable).

La eficiencia alcanzada en este sentido se evidencia por la continuidad y permanencia de dichos bancos artificiales, por la observación de actividades reproductivas en estas poblaciones y por el gradual incremento en las tasas de captación de semilla en los sistemas que se han instalado aledaños a las áreas de repoblamiento (Saucedo, 1991; Saucedo y Monteforte, 1994; Saucedo *et al.*, 1994; Monteforte *et al.*, 1994b; Saucedo y Monteforte, 1996).

Los organismos que se utilizan en la inducción a la producción de perlas permanecen en etapa de cultivo un mayor tiempo que los anteriores, ya que requieren alcanzar una talla/edad mínima de 1.3 años para poder proceder al perlicultivo (Monteforte *et al.*, 1994b).

Así, desde la etapa de preengorda (semilla recién cosechada de los colectores la cual es colocada durante cierto tiempo en canastas ostrícolas) hasta la etapa previa al perlicultivo transcurren aproximadamente 16 a 18 meses, período en el cual es necesario realizar operaciones periódicas de mantenimiento y limpieza, tanto en los organismos como en las artes de cultivo que los contienen. En general, se considera aceptable una mortalidad acumulada del 45%. Esta cifra puede disminuir considerablemente -o aumentar- dependiendo de varios factores, entre los cuales la modalidad en el manejo de los cultivos es de primordial importancia.

Las cifras de mortalidad acumulada promedio que frecuentemente se han logrado en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR se sitúan entre 23% y 35%, cuando las facilidades operativas son lo suficientemente propicias. En tales condiciones, cifras de mortalidad mensual de cero son comunes después del 6^o ó 7^o mes de cultivo (Monteforte *et al.*, 1994a, Aldana y Monteforte, 1995).

El volumen de producción potencial de perlas es función del número de organismos que se encuentren disponibles para proceder a la inducción, del tipo de tecnología que se aplique (Mabé, Keshi o perla libre), de la tasa de retención de los implantes, y de la mortalidad post-cirugía hasta el momento de la cosecha.

Se ha mencionado previamente que bajo la tecnología de Mabé es posible implantar varios núcleos en cada individuo. Sin embargo, se ha detectado la existencia de relaciones muy estrechas entre la talla de la ostra operada, el número, material, tamaño y distribución de los núcleos que recibe, y la calidad de las Mabés obtenidas. En este sentido, se ha logrado definir una estrategia que asegura al menos 85% de incidencia de Mabés de alta calidad, lográndose un recubrimiento de nácar mayor de 2.5 mm de espesor en 14-16 meses después de la operación de implante (Monteforte *et al.*, 1994b). Además, la tasa de mortalidad no es significativamente diferente a la de las ostras no operadas, detectándose frecuentemente mortalidades de cero entre el implante y la cosecha de Mabé.

Para recuperar las Mabés formadas, es necesario sacrificar a la Ostra a fin de proceder al corte de la concha mediante esmeriles e instrumentos de lapidaria gemológica. Dado que dicha operación implica una merma sustancial en el stock de reproductores, la cosecha siempre se lleva a cabo posterior a la época reproductiva de cada especie. No obstante, estamos en la búsqueda de métodos que permitan recuperar las perlas sin necesidad de sacrificar la Ostra que las contiene.

La inducción de perlas tipo Keshi y perla libre requiere de una particular destreza y perfección en la técnica de microcirugía, así como de la disponibilidad de infraestructura que permita un control adecuado de asepsia y temperatura del agua durante la preparación de donadores y receptores, y la convalecencia de los individuos operados.

Para la recuperación de las Keshis y perlas libres, no es necesario sacrificar al animal: la operación de recuperación se lleva a cabo de la misma manera en la que se realizó el injerto, siendo

posible insertar una segunda vez. Esta estrategia tiene sus desventajas pues, al igual que en el caso anterior, se observa una mayor mortalidad post-cirugía y rechazo de los injertos, y una menor calidad general en las perlas obtenidas en este segundo ciclo de inducción (Coeroli, 1994).

Las experiencias en cuanto a inducción de Keshi y perla libre que se han llevado a cabo en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR han dado resultados modestos debido principalmente a la falta de infraestructura adecuada en campo. Dichos resultados nos permiten suponer que ambas especies podrían recibir núcleos de entre 9 y 11 mm de diámetro, y que en un período aproximado de 18 a 24 meses se obtendrían perlas con un recubrimiento de nácar mayor de 2 mm de espesor (Monteforte *et al.*, 1994b).

El volumen de producción de concha viable para ser utilizada en la elaboración de artesanía fina o de otros productos dermatológicos, cosmetológicos y medicinales derivados del nácar, puede ser extremadamente variable ya que el principal propósito productivo de una granja es la producción de perlas. De esta manera, todos los individuos adultos disponibles se reservan al perlicultivo.

Los individuos que van muriendo durante el proceso de cultivo y perlicultivo pueden ser utilizados para aprovechar sus conchas, aunque esto depende de la talla/edad a la que ocurra la muerte. Si bien es posible fabricar algunas piezas particulares de artesanía con conchas relativamente pequeñas o aprovecharlas en molienda para producir polvo de nácar, es obvio que las conchas más grandes y gruesas son más adecuadas para la fabricación de artesanía fina de mayor valor comercial.

Por otro lado, dado que la cosecha de Mabés implica generalmente el sacrificio de ostras adultas mayores de tres años de edad, es posible recuperar pedacería de buena calidad con la cual se podrían fabricar bellos objetos artesanales (joyería en nácar, incrustaciones, etc.) o incorporar piezas trabajadas en el diseño de finas joyas con perlas y pedrería.

II.B. APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

PERSPECTIVAS DE PRODUCCIÓN PERLERA EN MÉXICO

Para continuar en el análisis del rubro que nos ocupa en referencia al potencial productivo de la nacaricultura y la perlicultura, se ha optado por discutir brevemente un caso real con el fin de tener un elemento de referencia a partir del cual se pueda evaluar comparativamente el potencial perlero de México.

Así, tomaremos como ejemplo el caso de la Polinesia francesa, región que por muchas razones de índole histórico, científico, bioecológico y socioeconómico, podría considerarse similar a las regiones mexicanas susceptibles a albergar actividades de perlería. La Polinesia francesa empezó a incursionar en la investigación sobre nacaricultura y perlicultura hacia finales de los años sesenta; actualmente es el país productor más importante del mundo de perla de finísima calidad.

En las granjas perleras actuales de la Polinesia francesa, el esquema mínimo aceptable (y rentable) de producción de perla libre es el siguiente (Salomon y Roudnitska, 1986; Goebel y Dirlam, 1989; Coeroli, 1983, 1994):

Tasa de mortalidad post-cirugía acumulada: 35%

Tasa de rechazo total (núcleo e injerto): 30%

Incidencia de perla libre: 35%

La distribución de calidades en lotes de 100 perlas cosechadas es como sigue:

Piezas invendibles o “desechos”: 7.5%

Perlas esféricas o semi-esféricas: 15%

Perlas semi-barrocas: 50%

Perlas barrocas: 27.5%

En este esquema de cosecha, se observan incidencias de gemas (perlas de altísima calidad) entre 8 y 10%, las cuales generalmente se sitúan en la categoría de esféricas o semi-esféricas, aunque en algunos casos los demás tipos de perlas también pueden contener gemas.

Lo anterior representa un esquema promedio de los resultados que se obtienen en granjas perleras de orden estándar en la Polinesia francesa, es decir, unidades de producción que manejan hasta 10 mil ostras adultas anualmente, con un personal de 5 a 10 técnicos. Sin embargo, existen un número considerable de granjas de mayor capacidad que además presentan resultados muy superiores.

Así, se tiene que actualmente existen alrededor de 130 granjas perleras privadas y gubernamentales distribuidas principalmente en los atolones del Archipiélago de Tuamotu, las cuales reportaron una producción superior a 136 millones de Dlls. en 1994, como producto de exportación de perla suelta en lote (con valor promedio de 100 Dlls. por pieza), y venta de piezas individuales (gemas) que en algunos casos alcanzaron precios de 5 mil Dlls. o más (Pearl World, 1994). No se incluye en dicha cantidad el valor agregado por la comercialización de joyería; esta última información es de difícil acceso.

En la tabla 1 se examina con algún detalle un esquema teórico factible de producción de una unidad de producción establecida en la Bahía de La Paz, tomando como base una dimensión de 15 mil individuos adultos anuales disponibles para perlicultivo. Esta dimensión sería equivalente a una granja perlera polinesia de tamaño mediano y aproximadamente 1.8 a 2 veces mayor que la dimensión experimental que se maneja actualmente en el marco del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR. Se trata pues de un tamaño de Unidad de Producción sumamente accesible en cuanto a su manejo y con disponibilidad constante de material y equipo adecuados.

Con objeto de trabajar con amplio margen de seguridad, en la tabla 1 las estimaciones de incidencia de semilla, mortalidad acumulada, distribución de calidades y precio por pieza han sido establecidas intencionalmente menores a los promedios reales que se han obtenido en el curso de nuestras experiencias.

Es importante destacar que en este esquema se está considerando únicamente la producción de Mabé suelta.

En tanto se logre el perfeccionamiento adecuado en las técnicas de producción de Keshi y perla libre, se podría reservar cierto número de adultos con los cuales llevar a cabo los experimentos pertinentes. De contar con infraestructura adecuada que permita la realización de dichos estudios en condiciones óptimas, se podrían alcanzar resultados positivos en corto plazo. La proporción de adultos a ser utilizados en Mabé, Keshi o perla libre, podría así variar más tarde en función de los resultados y los requerimientos del mercado.

Es importante subrayar que la tabla 1 se refiere a una sola unidad de producción que podría ser manejada por un número de 8 a 12 técnicos bien entrenados. Esta unidad ocuparía una superficie total de aproximadamente 300 m² fijos en alguna de las numerosas bahías protegidas existentes en la localidad, con un soporte adicional de cinco a ocho estaciones de colecta distribuidas en sitios propicios ya identificados en la Bahía de La Paz.

En términos reales, si consideramos que la Bahía de La Paz podría albergar alrededor de 100 unidades de producción, coordinadas por un centro regional de operaciones, la estimación del

Tabla 1. Esquema factible de producción en una unidad de producción con dimensión de 15 mil individuos adultos anuales establecida en Bahía de La Paz. Tabla elaborada a partir de resultados experimentales del Grupo Ostras Perleras del CIBNOR.

Número de colectores anuales	3000 células (a)
Incidencia de semilla/colector	aprox. 10 semillas
Número inicial de semillas	27500 juveniles
Mortalidad acumulada hasta la etapa previa al perlicultivo	40%, 14-16 meses
Adultos disponibles al perlicultivo, restando el 5 % reservados para repoblamiento de bancos naturales	15000 individuos
Implante Mabé (3 nucleos/individuo)	45000 piezas
Mortalidad acumulada post-implante	15%, 14-16 meses
Adultos disponibles para cosecha con tres mabés cada uno	12750 individuos
Número de Mabés cosechadas entre el final del 3o. e inicios del 4o. año de actividades	38250 piezas
DISTRIBUCIÓN DE CALIDADES	
20% (7650) precio bajo 20 Dlls./pieza	153000 Dlls.
60% (22950) precio medio 30 Dlls./pieza	688500 Dlls.
20% (7650) precio alto 40 Dlls./pieza	306000 Dlls.
Potencial anual bruto de ventas	1447500 Dlls.

(a) Se asume que se trata de células de colecta tipo "tendedero" (Bervera, 1994, Monteforte y Bervera, 1994).

potencial productivo de la región en materia de perlicultivo se acercaría a los 150 millones de dólares anuales.

Existen obviamente múltiples factores que pueden cambiar sustancialmente dicha estimación: las variaciones anuales en la colecta de semilla, la ocurrencia de accidentes oceanográficos (tormentas, marea roja), la variación de precios y demanda en el mercado, el éxito de cada unidad de producción, la capacidad de carga del ecosistema, la influencia de los programas conservacionistas, etc. No obstante, los elementos con los que se elaboró la tabla de referencia son lo suficientemente realistas y se basan en una sólida experiencia de investigación y desarrollo tecnológico, como para considerar muy seriamente la alta factibilidad de incursionar en la perlería.

PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO DE UNA GRANJA PERLERA TIPO SITUADA EN LA BAHÍA DE LA PAZ: MODELO PROPOSITIVO PARA OTRAS REGIONES DEL PACÍFICO MEXICANO.

La programación operativa de producción en una granja perlera que se basa en la colecta de semilla natural, depende en gran parte del ciclo reproductivo de las poblaciones naturales de ostras perleras que habitan la región donde se instale la actividad de perlería. Incluso, si parte o todo el suministro de semilla se obtuviera a través de la reproducción controlada en laboratorio, sin duda existiría también una cierta temporalidad en la colecta de genitores y en la maduración de los mismos. Esto ha sido comprobado experimentalmente con otras especies del género *Pinctada* (Bullivant, 1962; Alagarwami *et al.*, 1983, 1989; Dharmaraj *et al.*, 1991; Cabral y Seaman, 1996).

Si se considera que la actividad perlera en la costa del Pacífico mexicano implicaría el aprovechamiento simultáneo de dos especies de ostras perleras (madreperla y concha nácar), la calendarización de las actividades de cultivo debe ser cuidadosamente planificada. En efecto, en la Bahía de La Paz la época reproductiva de cada especie se encuentra bien definida, en verano para madreperla e invierno para concha nácar (Monteforte y García-Gasca, 1994; Saucedo y Monteforte, 1994). Además, se han detectado diferencias interanuales y latitudinales en el inicio y la duración de la época de reclutamiento y la abundancia de semilla de cada especie, así como drásticos cambios en las áreas donde sólo habita concha nácar (Araya-Núñez *et al.*, 1991; Buckle *et al.*, 1992; Monteforte *et al.*, 1995; com. pers. Maeda, 1993⁴, com. pers. Farel, 1994⁵).

En la figura 2 se muestra un diagrama de flujo del tratamiento de una generación en la Bahía de La Paz, desde el monitoreo ambiental previo a la instalación de colectores hasta la cosecha de perlas. En total, se está hablando de una operación que dura aproximadamente entre 38 y 44 meses por generación.

Dado que en la Bahía de La Paz se trabajaría idealmente con las dos especies, el volumen tope constante de ostras en diferentes etapas simultáneas de cultivo que estaría manejando una unidad de producción como la que se describió previamente, justo antes del momento de la primera cosecha de perlas, es de aproximadamente 100 mil individuos (ocho generaciones de ambas especies) a partir del 4^o año de operación productiva. Esto, suponiendo que la capacidad operativa de dicha unidad se mantuviera constante, cosa que más bien se buscaría que se incrementara.

En la tabla 2 se muestra un calendario sintetizado de actividades establecido a cinco años. Se asume en este esquema que se contaría con todos los elementos necesarios para trabajar en condiciones óptimas (equipo, material, personal y apoyo de un centro regional). Por otro lado, en la figura 3 se presenta una curva esquemática de crecimiento mensual de una generación, señalando los meses y las tallas en las cuales se procede a las diferentes operaciones del cultivo (colecta, preengorda, cultivo tardío, repoblamiento, implante de núcleos y cosecha de perlas).

Una vez establecidas las bases operativas generales de una actividad de perlería, se consideró pertinente sintetizar los elementos vertidos hasta el momento en una propuesta concreta de proyecto tipo para el manejo racional y productivo de las ostras perleras en la Bahía de La Paz.

El documento original de dicha propuesta es extenso y fue elaborado tomando como base la implementación de un proyecto piloto en la localidad, como un modelo para ser aplicado en otras regiones de la costa mexicana donde podrían instalarse centros de actividad perlera (Monteforte, 1995).

⁴ Alfonso Maeda Martínez, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

⁵ Sergio Farel, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Guaymas, Son.

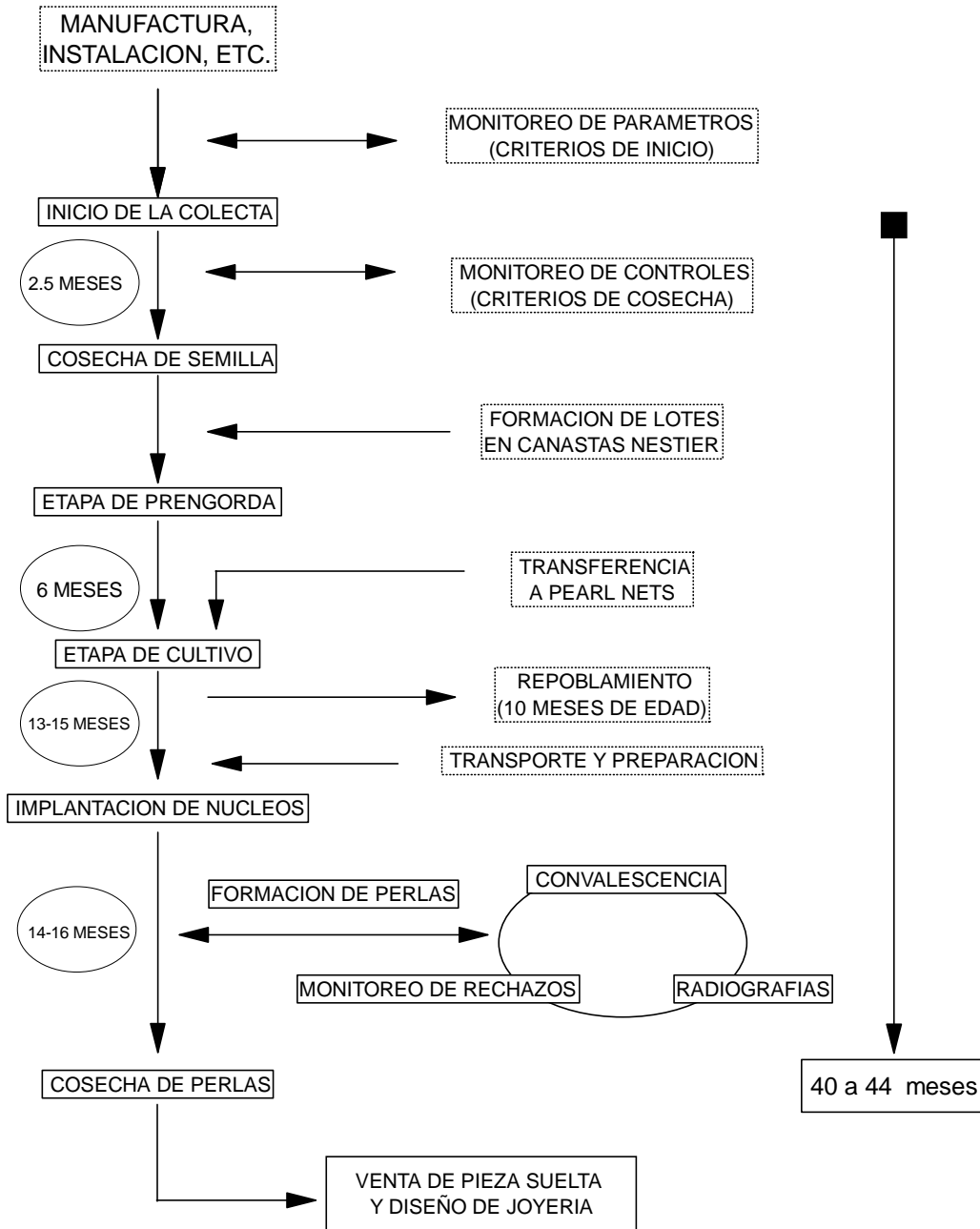


Figura 2. Diagrama de flujo de las operaciones de colecta, cultivo y perlicultura para una generación.

Tabla 2.- Modelo teórico de calendario de trabajo.

CUADRO 1. CALENDARIO DE TRABAJO

		ANO 1												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
ACTIVIDADES :	MANUFACTURA E INSTALACION	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	MANTENIMIENTO DE SISTEMAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	CICLO DE COLECTA	O1	O1	O1			X1	X1	X1	X1		O2		
	RECUPERACION DE COLECTORES			O1	O1	O1			X1	X1	X1			
	CICLO DE PRENGORDA				O1	O1	O1	O1	O1	X1	X1	X1	X1	
	CICLO DE CULTIVO								O1	O1	O1	O1	O1	
		ANO 2												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
ACTIVIDADES :	MANUFACTURA E INSTALACION	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	MANTENIMIENTO DE SISTEMAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	CICLO DE COLECTA	O2	O2	O2			X2	X2	X2	X2		O3		
	RECUPERACION DE COLECTORES			O2	O2	O2			X2	X2	X2	X2		
	CICLO DE PRENGORDA	X1			O2	O2	O2	O2	O2	X2	X2	X2	X2	
	CICLO DE CULTIVO	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	
	IMPLANTE MEDIA-PERLA (C.N.)										O1	O1	O1	
		ANO 3												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
ACTIVIDADES :	MANUFACTURA E INSTALACION	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	MANTENIMIENTO DE SISTEMAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	CICLO DE COLECTA	O3	O3	O3			X3	X3	X3	X3		O4		
	RECUPERACION DE COLECTORES			O3	O3	O3			X3	X3	X3	X3		
	CICLO DE PRENGORDA	X2			O3	O3	O3	O3	O3	X3	X3	X3	X3	
	CICLO DE CULTIVO	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	
	IMPLANTE MEDIA-PERLA (C.N.)											O2	O2	O2
	IMPLANTE MEDIA-PERLA (M.P.)											X1	X1	X1
IMPLANTE PERLA LIBRE				O1	O1						X1	X1		
COSECHA MEDIA-PERLA									O1	O1				
		ANO 4												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
ACTIVIDADES :	MANUFACTURA E INSTALACION	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	MANTENIMIENTO DE SISTEMAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	CICLO DE COLECTA	O4	O4	O4			X4	X4	X4	X4		O5		
	RECUPERACION DE COLECTORES			O4	O4	O4			X4	X4	X4	X4		
	CICLO DE PRENGORDA	X3			O4	O4	O4	O4	O4	X4	X4	X4	X4	
	CICLO DE CULTIVO	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	
	IMPLANTE MEDIA-PERLA (C.N.)											O3	O3	O3
	IMPLANTE MEDIA-PERLA (M.P.)											X2	X2	X2
	IMPLANTE PERLA LIBRE				O2	O2						X2	X2	
	COSECHA MEDIA-PERLA									O2	O2			
COSECHA PERLA LIBRE						O1							X1	
		ANO 5												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
ACTIVIDADES :	MANUFACTURA E INSTALACION	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	MANTENIMIENTO DE SISTEMAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	CICLO DE COLECTA	O5	O5	O5			X5	X5	X5	X5		O6		
	RECUPERACION DE COLECTORES			O5	O5	O5			X5	X5	X5	X5		
	CICLO DE PRENGORDA	X4			O5	O5	O5	O5	O5	X5	X5	X5	X5	
	CICLO DE CULTIVO	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	OX	
	IMPLANTE MEDIA-PERLA (C.N.)											O4	O4	O4
	IMPLANTE MEDIA-PERLA (M.P.)											X3	X3	X3
	IMPLANTE PERLA LIBRE				O3	O3						X3	X3	
	COSECHA MEDIA-PERLA									O3	O3			
COSECHA PERLA LIBRE	X1					O2							X2	

O1,O2... GENERACIONES DE CONCHA NACAR
 X1,X2... GENERACIONES DE MADREPERLA
 OX... GENERACIONES DE MADREPERLA Y CONCHA NACAR

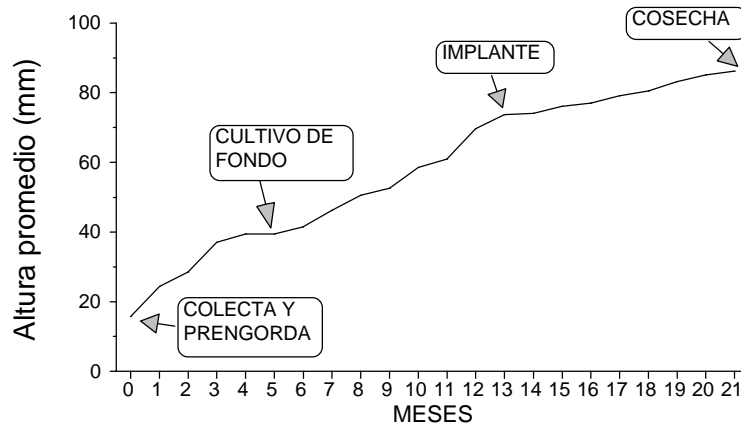


Figura 3. Modelo esquemático de crecimiento y secuencia operativa del cultivo, repoblamiento y perlicultivo en una generación de ostra perlera.

Objetivos generales de la propuesta

Se establecen los lineamientos que deberán cumplir los grupos de trabajo adscritos a instituciones de educación superior y centros de investigación que lleven a cabo proyectos de investigación aplicada y/o desarrollo tecnológico en relación al conocimiento y manejo productivo de la ostras perleras a través del cultivo y la perlicultura.

Se propone una reglamentación de las actividades de aprovechamiento comercial de las ostras perleras por parte de productores y empresarios para proteger las poblaciones naturales, fomentando y promoviendo al mismo tiempo la apertura de oportunidades para la formación de granjas perleras regionales.

Se propone un mecanismo administrativo, económico y financiero, a través de la implementación de un Fideicomiso Perlero Regional, que fomente y apoye el inicio de granjas perleras por parte de sectores de población con recursos limitados que deseen incorporarse a este esquema productivo.

Se proporcionan a la SEMARNAP los elementos necesarios para lograr que las ostras perleras sean declaradas recurso estratégico patrimonial, y los sitios donde se lleven a cabo los trabajos de cultivo, repoblamiento y perlicultivo como áreas de reserva ecológica.

Acciones que se llevarían a cabo en el centro regional de operaciones

Investigación y desarrollo tecnológico en:

Producción de semilla en laboratorio y pruebas de manejo en campo en cuanto a su viabilidad para el cultivo, repoblamiento y perlicultura.

Cultivo extensivo, desde la captación de semilla hasta la obtención de adultos viables al repoblamiento y a la perlicultura.

Métodos, técnicas y estrategias de repoblamiento.

Inducción a la producción perlera (Mabé, Keshi y perla libre).

Métodos y técnicas para la obtención y tratamiento del producto terminado (recuperación, limpieza y pulido de conchas y perlas).

Fomento, apoyo y asesoría a las granjas perleras en:

Entrenamiento al personal técnico de las granjas en las operaciones de colecta, cultivo y repoblamiento.

Apoyo técnico permanente y personalizado en todas las etapas de producción.

Servicio de manufactura y almacenamiento de equipo y material.

Servicios de producción:

Preparación, operación y convalecencia de organismos durante las actividades de inducción a la formación de perlas.

Monitoreo de la formación de perlas.

Cosecha, selección y preparación de perlas.

Control de calidad y coordinación operativa de actividades comerciales de perlería.

Vinculación con mercado nacional e internacional.

Optativamente, aunque deseable, diseño, fabricación y apoyo en la venta de joyería.

Cada unidad de producción debería tener la capacidad suficiente para manejar, en condiciones óptimas, un mínimo anual aproximado de 15 a 18 mil ostras perleras adultas viables para perlicultivo. Con base en nuestra experiencia, y en los ejemplos de otras áreas perleras del mundo actualmente en exitosa producción, esto es lo que consideramos la *dimensión rentable y manejable* por un personal de aproximadamente 8 a 12 técnicos entrenados. Así, el centro de operaciones deberá contar con capacidad de escalamiento suficiente para dar servicio adecuado a todas las unidades de producción que se operen en un espacio micro o macro regional bien definido.

Para la Bahía de La Paz, un centro de operaciones localizado en algún sitio entre Punta Prieta y Pichilingue, de preferencia en un sitio con accesibilidad a infraestructura urbana lo más adecuada posible, debería tener la capacidad de dar apoyo a un número no menor de 70 a 80 unidades de producción distribuídas en la costa entre la Ciudad de La Paz y Puerto Balandra, y la costa occidental de Isla Espíritu Santo (fig. 1). Con algunas adecuaciones, se podría extender el radio de acción hasta las islas San José, San Francisquito y Cerralvo.

Un modelo similar podría aplicarse regionalmente en toda la costa del Pacífico mexicano, creando de esta manera centros de operaciones que coordinen a nivel micro o macro regional un determinado número de granjas perleras. A nivel propositivo, se pueden citar algunos sitios propicios donde se tiene conocimiento de que se llevaron a cabo actividades de pesquería de perlas y que, en mayor o menor cantidad, aun existen poblaciones naturales: Bahía de Los Angeles, Bahía Concepción, Loreto, Guaymas, Manzanillo, Acapulco, Bahías de Huatulco, etc.

CONDICIONES BÁSICAS QUE DETERMINAN LA FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA PARA LA INSTALACIÓN Y OPERATIVIDAD DE GRANJAS PERLERAS

Para que un proyecto regional de perlería pueda ser calificado como sustentable es importante recalcar que su éxito radica en gran proporción en la planeación y ordenamiento que se establezca en cuanto a la operación de las granjas que se instalen en un espacio definido, en el tipo de vínculo

que éstas mantengan con su respectivo centro regional de operaciones, y en la definición clara y precisa de las estrategias que se apliquen al regular el manejo productivo del recurso.

Se debe apuntar, en efecto, a lograr introducir elementos que beneficien directamente a los productores, especialmente a aquéllos que no poseen los conocimientos científicos y técnicos adecuados, ni los recursos económicos suficientes, para iniciar un proyecto de este tipo por sí mismos. Al mismo tiempo, la planificación y operación de las granjas perleras debe sustentarse en planes de manejo racional y conservacionista del recurso nácar.

Tomando en cuenta las particulares características operativas de las unidades de producción, consideramos que la existencia de un centro regional de operaciones, perfectamente aprovisionado en espacio, equipo y personal especializado, para proveer asesoría y servicios adecuados a un número bien definido de estas unidades, es vital para el desarrollo sustentable y sostenido de una operación integral de perlería a nivel regional.

Un desarrollo perlero regional, tal y como consideramos que éste debiera implementarse para lograr un alto beneficio socioeconómico que alcance a la mayor proporción posible de la población activa y sin costo ecológico para las poblaciones naturales, requiere la conjunción de numerosos elementos técnicos y científicos, económicos y financieros, administrativos y legales, etc., así como de la definición de prioridades en el marco del Plan Nacional de Desarrollo Acuícola, en el cual se considere muy seriamente el aprovechamiento de las ostras perleras, uno de los más valiosos recursos marinos con los que cuenta México.

Ciertamente la planeación y ordenamiento de un desarrollo perlero regional requeriría de un profundo y detallado estudio que en algún momento será necesario abordar más seriamente. No obstante, propondríamos algunos puntos que pudieran ser tomados en cuenta como base para tal propósito, y que podrían determinar su éxito.

Ubicación de las unidades de producción

Quienes deseen instalar granjas perleras en cierta región, deberán apoyarse en las recomendaciones y asesoría de un grupo especializado en cuanto a la ubicación de las diferentes estructuras donde se lleven a cabo los procesos de cultivo en campo.

Las áreas susceptibles de albergar actividades de perlería deben reunir una serie de características ambientales, bioecológicas y logísticas que sean favorables para la instalación de estructuras flotantes, el crecimiento y supervivencia de las ostras y la producción de perlas de alta calidad y a la operación general de las granjas (Alagarswami, 1994; Pandya, 1976; Mann, 1984; Coeroli y Mizuno, 1985; Numaguchi y Tanaka, 1986a, 1986b; Chang *et al.*, 1988). Entre éstas se pueden mencionar:

- Calidad de agua dentro de los límites de tolerancia de las ostras perleras.
- Ubicación adecuada del sitio con respecto al sistema de corrientes, vientos dominantes, presencia de nutrientes y de otros elementos necesarios para el crecimiento, supervivencia y depositación de nácar.
- Presencia de biotopos adecuados para las diferentes etapas de cultivo y formación de perlas (fondo rocoso y/o coralino; presencia de guijarros y arena gruesa aceptable, obligatoriamente sin sedimento fino o lodoso; ausencia de aportes de agua dulce o salobre por ríos y estuarios).
- Región con probados antecedentes de existencia de ostras perleras y perlas de buena calidad (calidades del nácar, espesor de la concha, oriente de las perlas).
- Región donde existan poblaciones naturales actuales con abundancia y densidad adecuada que permitan asegurar la provisión de semilla. Es también necesario contar con evidencias de

reclutamiento natural (estructura por tallas en las poblaciones naturales que demuestren la existencia de dicho reclutamiento).

- Región donde no abunden diversos tipos de predadores, parásitos u otras especies nocivas que pudieran afectar el crecimiento de las ostras perleras, su supervivencia y el proceso de nacarización.
- Debe existir un sitio accesible a los trabajadores involucrados, de fácil abastecimiento en materiales, equipo, agua, electricidad, alimentos, etc., y que se faciliten las diferentes maniobras tierra-mar (centro regional de operaciones).
- Deben ser sitios alejados de zonas o focos de contaminación química o biológica, con baja o nula turbidez (buen recambio de agua sin sedimentos).

Es necesario que exista una congruencia entre las actividades de perlería y los planes de desarrollo regional (infraestructura turística, industrial, urbana, etc.)

Aspectos técnicos y científicos

Cada centro regional de operaciones tendrá a su cargo el servicio de un número específico de unidades de producción distribuidas en una extensión bien definida. El propósito de este punto es regular la producción de manera de no provocar acciones competitivas, cuyos resultados podrían repercutir en la comercialización del producto, causando la saturación del mercado. Así, el número total, la dimensión y la distribución de las unidades de producción que maneje una sola empresa o grupo productor será estrictamente regulado a fin de evitar acaparamientos que dejen fuera del esquema productivo a grupos de bajos recursos y que comprometan la capacidad de carga del ecosistema.

Los productores deberán registrarse en una asociación nacional regulada por la SEMARNAP, quien otorgará licencias y concesiones bien definidas en cuanto a los sitios de la instalación de las granjas y la dimensión de las mismas. Con este punto, se pretende establecer una serie de reglas que permitan controlar el radio de acción de las granjas perleras con el fin de no ocasionar sobrecargas en el medio donde éstas se instalen y evitar el colapso de las mismas.

Es indispensable establecer claramente la prohibición total y absoluta de manejar las poblaciones naturales. La única acción permitida (y obligatoria) de los productores es reservar un porcentaje no menor del 5% de los jóvenes adultos de ostras perleras (9-11 meses de edad) para realizar acciones de repoblación en sitios específicos bajo el entrenamiento y asesoría del grupo de técnicos que opere el centro regional. Con esto, se intenta fomentar la visión conservacionista planteada en el desarrollo de la perlería mexicana. Este tipo de acciones apoyaran la recuperación y conservación de las poblaciones naturales en ventaja de los mismos productores, pues así se incrementaría la capacidad de colecta de semilla.

Las áreas de cultivo, perlicultura y repoblación deberán ser declaradas zonas de reserva ecológica. Existen evidencias en muchas regiones perleras del mundo en el sentido de que las áreas de cultivo y perlicultura son extremadamente vulnerables a la contaminación y al cultivo simultáneo de otras especies marinas. El hecho de que las zonas perleras sean solamente zonas perleras, protege la productividad y la calidad de la producción y permite al mismo tiempo su recuperación y continuidad a través de la repoblación.

A fin de proteger la salud de las poblaciones regionales de ostras perleras, es necesario evitar que, bajo ninguna circunstancia, se introduzcan organismos provenientes de otros sitios. Es sumamente importante evitar la mezcla de poblaciones, en particular de aquéllas que se encuentran separadas por barreras geográficas y/o ambientales, ya que se corre el riesgo de provocar epizootias e infestaciones de especies nocivas y patógenas que pueden ser catastróficas para la estabilidad

del recurso perlero regional (Nasr, 1982; Pass *et al.*, 1987). Si bien es recomendable extender las zonas de colecta de semilla, e incluso introducir poblaciones de otras regiones con el fin de mantener la diversidad genética en el stock local de cultivo, es necesario establecer límites adecuados en dicha extensión, mediante estudios que permitan identificarlos, y hacer pasar a los organismos introducidos por un estricto control de cuarentena en instalaciones apropiadas, con el fin de certificar el estado de salud de los mismos. De allí también la necesidad de definir claramente el radio de acción de un centro regional de operaciones. El personal técnico operativo de las granjas perleras recibirá entrenamiento para que lleven a cabo el monitoreo de sus stocks durante el proceso de captación, cultivo, repoblamiento y perlicultura. Esta información deberá recabarse mensualmente para ser procesada y analizada, con propósitos de control e investigación, por parte del personal científico y técnico del centro regional de operaciones.

El monitoreo de los stocks de cultivo es sumamente importante para determinar el nivel de éxito de la operación y prevenir o solucionar los posibles problemas que puedan presentarse. De ahí la necesidad de que sea recabada la mayor cantidad posible de información ambiental a fin de que se puedan tomar las decisiones correctas en los momentos oportunos. Por otro lado, la disponibilidad de esta información es necesaria en la definición de las secuencias operativas de los cultivos; por ejemplo, en el traslado de los organismos de la prengorda al cultivo tardío, el momento de iniciar las siembras de repoblamiento, los períodos más viables para proceder a las operaciones de perlicultivo y la determinación de la mejor época de cosecha. Es muy posible que en función de los sitios donde se instale una unidad de producción, incluso a nivel micro-regional, los períodos temporales de cada tipo de operación sean diferentes, tanto en su duración como en su localización en el año. Esto sólo puede determinarse a través del detallado análisis de la información producto de dichos monitoreos. Bajo este mismo contexto, los productores que formen una granja perlera deberán apoyar los diversos estudios de investigación científica y desarrollo tecnológico que se lleven a cabo por parte del grupo de investigación que opere el centro regional o por las instituciones de investigación y educación superior regionales, facilitando el acceso de personal a sus instalaciones y contribuyendo económicamente con un monto acorde a sus recursos.

Aspectos administrativos, económicos y de comercialización

La administración de una o varias unidades de producción compete exclusivamente a la empresa o grupo de productores propietarios.

La prioridad operativa de las granjas perleras debe ser la perlicultura. Ninguna empresa perlera en el mundo dispersa energía y recursos en el cultivo o la producción de cualquier otra especie marina o terrestre simultáneamente.

Las empresas receptoras de tecnología obtendrán entrenamiento en los procesos de cultivo y repoblamiento únicamente. El servicio de perlicultura se llevará a cabo a través de un grupo de técnicos especializados del respectivo centro regional, quienes deberán registrarse ante una asociación regulada por la SEMARNAP.

Las unidades de producción se comprometerán a entregar al centro regional de operaciones su stock de ostras perleras viables a la perlicultura. Los trabajos de cirugía, previa selección de los organismos por parte de los técnicos perlicultores, se llevarán a cabo exclusivamente en los quirófanos del Centro Regional de Operaciones.

Después del período de convalecencia, las ostras perleras trabajadas se colocarán en áreas de reserva destinadas a la perlicultura las cuales serán sometidas a estricta vigilancia. El stock de cada granja será perfectamente identificado y cuantificado, correspondiendo a su propio personal el realizar las operaciones de mantenimiento bajo la supervisión de los técnicos del centro regional

de operaciones. Una vez que los stocks perleros de cada granja hayan sido depositados en las áreas de reserva, no se permitirá movimiento alguno de los mismos hasta el momento de la cosecha, excepto los inherentes al proceso de formación de perlas (limpieza, rotación, monitoreo por rayos X, eventual reimplante, etc.).

La cosecha de perlas se llevará a cabo por parte del personal de perlicultores en presencia de los propietarios de los lotes. La empresa o grupo de productores deberá ceder el derecho de selección, clasificación y control de calidad a los técnicos perlicultores.

Es importante subrayar que, en algunos casos, es posible corregir ciertos defectos de una perla mediante técnicas específicas de pulido y "peeling". Sin embargo, aquellos productos que no pasen la prueba de alta calidad deberán ser destruidos inmediatamente.

Con respecto a la comercialización (perla "cruda", joyería, artesanía fina), se sugiere que se lleve a cabo a través de canales específicos ya identificados, en los que serían vinculados los productores por intermediación del centro regional de operaciones. En este caso, los lotes de comercialización contarán con un logotipo de marca de calidad registrado ante los grupos de perlería internacional (International Pearl Association, Gemological Institute of America, Groupe d'Intérêt Economique). Los productores podrán optar por una o varias de las presentaciones de comercialización, ya sea como perla suelta o en joyería.

PROPUESTA DE ALGUNAS ESTRATEGIAS A SEGUIR EN EL CASO DE LA INCORPORACIÓN DE INVERSIÓN EXTRANJERA EN EL ÁMBITO DE LA PERLERÍA NACIONAL

El recurso perlero es un patrimonio estratégico nacional y como tal debe ser sujeto a la soberanía de la Nación. Sin embargo, en caso --no deseable-- que se permitiera el acceso a una empresa extranjera, ésta debería ceñirse a un estricto reglamento en el que se consideren de manera prioritaria los siguientes aspectos:

Las poblaciones naturales no podrán ser objeto de manejo comercial o experimental bajo ninguna circunstancia.

Las empresas extranjeras se comprometerán a emplear personal mexicano en todas sus operaciones. Además, cada una de estas empresas deberá emplear al menos dos observadores registrados ante la SEMARNAP.

Los organismos que utilicen las empresas extranjeras en las operaciones de perlicultura deberán ser obtenidos única y exclusivamente a través del cultivo.

Cada empresa extranjera tendrá derecho a instalar una sola unidad de producción en cada región donde ésta se establezca. La dimensión de dicha unidad no podrá ser mayor del promedio de las unidades de producción mexicanas que se encuentren establecidas en cada región.

Las empresas extranjeras se comprometerán a ejercer acciones de repoblación.

Las empresas extranjeras no podrán tener un centro de operaciones propio. Sus unidades de producción serán supervisadas por personal del centro correspondiente al área donde se establezca la empresa.

Si la empresa extranjera tiene sus propios técnicos perlicultores, éstos deberán ser asistidos por un número no menor a dos técnicos mexicanos quienes seguirán paso a paso todas las operaciones de selección, preparación, operación y convalecencia de los organismos que sean sometidos al proceso de inducción a la formación de perlas (considérese el buen ejemplo de Filipinas y Mynamar). Todas las operaciones de perlicultivo se llevarán a cabo en el quirófano del centro regional de operaciones.

La cosecha de perlas se deberá llevar a cabo ante los observadores de la SEMARNAP. La empresa extranjera entregará no menos del 55% de su producto a un fideicomiso perlero regional. Los observadores de la SEMARNAP se ocuparán de que la selección de estos productos se haga en forma equiparada en cuanto a la calidad de los lotes.

CONCLUSIÓN

La factibilidad de incursionar en la perlería de alto nivel es definitivamente positiva para México. Se cuenta con el recurso y con la superior calidad de su producto en nácar y perlas ; además, existe la disponibilidad de tecnología propia e independiente para el cultivo de Ostras Perleras y la inducción de perlas, la cual, si bien no se encuentra aun en estado completo, ha demostrado con resultados reales su potencial productivo.

Bajo los esquemas actuales de adelanto científico y desarrollo tecnológico que, en torno a la nacaricultura y la perlicultura, han tenido lugar en varias instituciones mexicanas, consideramos que se cuenta con un conjunto de condiciones sumamente propicias para iniciar la creación de centros perleros regionales basados, por el momento, en el cultivo extensivo y la producción de Mabé. Conjuntando lo anterior con la instauración de industrias de joyería y artesanía fina, así como la incorporación de estas actividades dentro de las perspectivas de desarrollo turístico, se lograría la integración de una actividad productiva de alta rentabilidad que beneficiaría ampliamente los planes de desarrollo socioeconómico regional.

Desde el punto de vista histórico, geográfico y socioeconómico, la región de La Paz reviste características insulares que en muchos sentidos ha obstaculizado la aplicación de estrategias realistas de desarrollo. En tal contexto, es clara la necesidad de ofrecer alternativas productivas viables al sector productivo que permitan el arribo de capital, la creación de empleos y la posibilidad de estabilidad socioeconómica a la población activa. La industria perlera podría ser una interesante solución, tomando en cuenta que se trata de una actividad sustentable cuya factibilidad técnica, económica y financiera ha sido demostrada, no solamente en la misma región durante la época de la “Compañía Criadora de Concha y Perla” y el auge de la pesquería de perlas, sino también en otras regiones del mundo que guardan similitudes muy cercanas con La Paz.

Cierto es que existen aspectos que necesariamente deberán ser considerados con especial atención, principalmente aquellos referentes a la conservación del recurso, la coordinación y regulación de la perlería desde el punto de vista regional, y el manejo soberano del recurso. De igual manera, hacen falta detalladas investigaciones en los aspectos referentes a la producción de semilla en laboratorio y su respuesta a las condiciones de cultivo en campo, así como la investigación práctica sobre la producción de Keshi y perla libre. Sin embargo, con lo vertido en las secciones anteriores, suponemos que se han establecido algunas bases claras con las cuales se podría llegar a un esquema positivamente funcional que permita, por un lado, el escalamiento de lo que se ha logrado hasta la fecha, y por otro lado, establecer las condiciones propicias para llevar a cabo las investigaciones que faltan en medio de un ambiente de trabajo adecuado.

El modelo de construcción y operación de granjas perleras que se propone en forma resumida para la región de La Paz definitivamente puede ser mejorado. No obstante, dicho modelo se sustenta en sólidas bases de conocimiento y experiencia, así como en ejemplos existosamente funcionales en otras regiones del mundo. El cultivo de Ostras Perleras y la producción de perlas, y todas las actividades paralelas que podrían desarrollarse conjuntamente, significan sin duda alguna una de las alternativas más adecuadas para lograr un desarrollo regional sustentable, mismo que puede ser transferido a numerosas regiones del Pacífico mexicano.

Se requiere obviamente de un cambio radical en las políticas gubernamentales en torno a la explotación de los recursos naturales ; se requiere considerar que las Ostras Perleras constituyen un Patrimonio Nacional de altísimo valor y potencial. Es necesario también establecer una política de desarrollo de la perlería congruente con las expectativas regionales y a nivel nacional, donde se considere al mismo tiempo el uso de la tierra en Zona Federal y de cuerpos de agua protegidos, muchos de los cuales se encuentran acaparados, subutilizados o inactivos. Es prioritario igualmente establecer los mecanismos de apoyo a los programas de investigación y desarrollo tecnológico que se llevan a cabo en algunas instituciones mexicanas en relación a las Ostras Perleras. Asumimos que, bajo un programa nacional bien definido y claramente orientado, se podrían conjuntar los esfuerzos de tal manera a que se puedan lograr metas paralelas en mutua cooperación.

En tal contexto, el aspecto del mercado en relación al control de calidad de los productos se revela como uno de los factores de mayor importancia en la futura proyección internacional de las perlas mexicanas. En efecto, hemos señalado que el papel de un productor en el mercado perlero internacional, particularmente en el tipo de mercado al que se pretende acceder, se desenvuelve en un entorno altamente competitivo donde la calidad del producto va a definir la dimensión de la “puerta de entrada” y el sitio que se ocupe en dicho ambiente, o el conformismo de colocarse en un nivel simplemente comercial. Las especies mexicanas poseen un reconocido potencial de fineza y calidad que permitiría a los productores ubicarse en el mercado de lujo de las *South Sea Pearls*. En este sentido, consideramos más conveniente producir poco pero de altísima calidad, en lugar de buscar mercados del nivel de “curios”, sacando a la venta productos de calidad mediocre.

La decisión en cuanto a la estrategia a seguir en el sentido anterior no es fácil de tomarse, principalmente por el hecho de que en muchos casos los potenciales inversionistas buscarían poder recuperar su dinero lo más rápidamente posible. De allí que es necesario definir un perfil adecuado de dichos inversionistas, requiriéndose, entre otros aspectos, su disposición y acuerdo en cuanto a lograr una posición reconocida y privilegiada en la perlería internacional.

Finalmente, los aspectos de la política y modalidad de la transferencia tecnológica requieren ser cuidadosamente examinados. La relación de los grupos de investigación con sus respectivas instituciones, la participación de ambas entidades en la aplicación de dicha tecnología, y el ofrecimiento de esquemas claros y precisos a los grupos inversionistas mexicanos, adolecen aun de soluciones adecuadas que permitan fluidez y eliminen obstáculos producto de actitudes ambiciosas o acaparadoras. En efecto, las leyes respectivas en muchos casos no contemplan con objetividad este nuevo contexto de las empresas de base tecnológica generadas en las instituciones, y la SEMARNAP, que sería la institución más adecuada para regular y coordinar este tipo de proyectos de perlería, al parecer ha priorizado en otras materias.

Se avanza, es cierto, pero aun queda mucho por hacer. Ante la situación actual en la que se encuentra el desarrollo de la investigación sobre nacaricultura y perlicultura en México, y el particular interés que empieza a generarse por parte de inversionistas privados nacionales y extranjeros, es urgente establecer un marco de condiciones de protección y conservación del recurso y de su explotación racional, donde se tome en cuenta la soberanía en su manejo, la incorporación activa de quienes han generado el conocimiento y la tecnología, y la apertura de oportunidades accesibles al sector productivo mexicano.

De lograrse tomar una actitud íntegra, cooperativa y conciliatoria, donde se conjunten en comun acuerdo los intereses de las instituciones gubernamentales y de investigación, de los investigadores, del sector productivo y de la población activa regional, bajo un contexto

legislativo bien ordenado y planificado, la producción de perlas mexicanas recuperaría el lugar que alguna vez tuvo en los mercados internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHARI, G.P.K. 1982. Project profile for pearl culture. *Seafood Export J.*, 14(1) : 9-15.
- ALAGARSWAMI, K. 1970. Pearl culture in Japan and its lessons for India. *Proc. Symp. Mollusca, Part III* : 975-993.
- ALAGARSWAMI, K. 1974. Development of cultured pearls in India. *Curr. Sci.*, 43(7) : 205-207.
- ALAGARSWAMI, K. 1975. Preliminary study on the growth of cultured pearls. *Indian J. Fish.*, 22(1-2) : 300-303.
- ALAGARSWAMI, K. 1976. Results of multiple implantation of nuclei in production of cultured pearls. *Indian J. Fish.*, 21(2) : 601-604.
- ALAGARSWAMI, K. & S.Z. QASIM. 1973. Pearl culture - its potential and implications in India. *Indian J. Fish.*, 20(2) : 533-550.
- ALAGARSWAMI, K., S. DHARMARAJ, T.S. VELAYUDHAN, A. CHELLAM, A.C.C. VICTOR & A.D. GANDHI. 1983. Larval rearing and production of spat of pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). *Aquaculture*, 34 : 287-301.
- ALAGARSWAMI, K., S. DHARMARAJ, A. CHELLAM & T.S. VELAYUDHAN. 1989. Larval and juvenile rearing of black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera* (L.). *Aquaculture*, 76 : 43-56.
- ARAYA-NÚÑEZ, O., B. GANNING AND F. BUCKLE-RAMÍREZ. 1991. Gonad maturity, induction of spawning, larval breeding and growth in the american pearl oyster (*Pteria sterna*, Gould). *Calif. Fish. and Game*, 77(4) : 181-193.
- ARIZPE, C.O. 1992. *Los moluscos y su importancia comercial en el Pacífico Mexicano*. Serie Didáctica U.A.B.C.S., Num.1, 219pp.
- BAQUEIRO, E. 1984. Status of Molluscan aquaculture on the Pacific coast of México. *Aquaculture*, 39: 83-93.
- BAQUEIRO, E., J.A. MASSO & H. GUAJARDO. 1982. Distribución y abundancia de Moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. *Ser. Div. 11, CRIP La Paz*. Inst. Nac. Pesca (México). 32 pp.
- BAQUEIRO, E. & M. CASTAGNA. 1988. Fishery and culture of selected bivalves in México : past, present and future. *Jour. Shellfish Res.*, 7(3) : 433-443.
- BERVERA, L.H. 1994. Evaluación de la captación de semilla de *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1856) en diferentes células colectoras durante el período 1991-1992, y tratamiento de juveniles en prengorda a partir de 1992 en Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Tesis de Licenciatura en Biología Marina*. UABCS, La Paz. 93 pp.
- BULLIVANT, J.S. 1962. Direct observations of spawning in the blacklip shel pearl oyster (*Pinctada margaritifera*) and the thorny oyster *Sponydlus* sp.. *Nature*, 193(4816) : 700-705.

- CABRAL, P. Y T. SEAMAN 1996. On land maturation of the pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *World Aquaculture '96 Ann. Meeting*. Jan 29-Feb 2, Bangkok, Thailand. Book of Abstracts, p. 360.
- CAHN, A.R. 1949. Pearl culture in Japan. *U.S. Fish. Wildlife Serv., Fish. Leaflet*, 357 : 1-91.
- CARIÑO, M. 1987. Le mythe perlier dans l'histoire coloniale de la Sudcalifornie. *M.Sc. thesis in History. Univ. Paris VII, Jussieu, France*. 134 pp.
- CARIÑO, M. 1991. "Mi padre cultivaba la concha perla..." . Biografía del precursor de la maricultura en México. *Rev. PANORAMA, Nueva Epoca*, 38 (marzo-abril 1991) : 20-27.
- CARIÑO, M. 1994. Natural pearl farming in the early XX century in Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 346-347.
- CARIÑO, M. 1995. Science vs. bussines : the introduction of cultured pearls in the international market. *Congreso Internacional WAS-Aquaculture '95*. San Diego, Cal., Febrero 1995. Ponencia oral y abstract.
- CARIÑO, M. 1996. The polemic on cultured pearls. *Jour. World Aqua. Soc.* (en prensa).
- CARIÑO, M. & C. CÁCERES. 1990. La perlicultura en Baja California Sur a principios del siglo XX. *Ser. Cient. UABCS (La Paz, México)*, 1(1) : 1-6.
- CARIÑO, M Y M. MONTEFORTE. 1995. History of pearling in the Bay of La Paz, South Baja California, México (1533-1914). *Gems & Gemology*. 31(2) : 108-126.
- CATTET, J.P. 1895. Documento enviado por J.P. Cattet al Gobierno de Baja California Sur, describiendo las experiencias de cultivo de Ostras Perleras en Oceanía. Manuscrito original recuperado por M. Cariño del archivo personal de Don Gastón Vives. Depositado en el Archivo Histórico "Pablo L. Martínez". La Paz, B.C.S. 24 pp.
- CHANG, M., J. HONG AND H.T. HUH. 1988. Environmental conditions in the pearl oyster culture grounds and food organisms of *Pinctada martensii* (Dunker) (Bivalvia, Pteridae). *Ocean Research*, 10(1) : 67-77.
- COEROLI, M. 1983. Développement de la production nacrrière et perlière en Polynesie Française. *Pêche Mar.*, 630 : 3 pp.
- COEROLI, M. 1994. *Tahiti cultured pearl*. Conferencia magistral, Congreso Internacional Pearls '94, Honolulu, Hawaii. 12 pp.
- COEROLI, M., D. DE GAILLANDE, J.P. LANDRET & AQUACOP (D. COATANEA). 1984. Recent innovations in cultivation of Molluscs in French Polynesia. *Aquaculture*, 39(1-4) : 45-67.
- COEROLI, M. & K. MIZUNO. 1985. Etude des différents facteurs influant sur la production perlière de l'huître à lèvres noires. *Proc. 5th. Int. Congress Coral Reefs, Tahiti*. Vol. 5 : 551-556.
- DHARMARAJ, S., T.S. VELAYUDHAN, A. CHELLAM, A.C.C. VICTOR & C.P. GOPINATHAN. 1991. Hatchery production of pearl oyster spat : *Pinctada fucata*. *Cent. Mar. Fish. Res. Inst. (Cochin, India), Special Pub.*, 49. 36 pp.
- DÍAZ-GARCÉS, J. 1972. Cultivo experimental de la madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley) en la Bahía de La Paz. In : Carranza, J. (Ed.). *Proc. IV Cong. Nac. Oceanografía*. México, D.F., 17-19 Nov. 1969 : 443- 456.
- DOUBILET, D. 1991. Australia's magnificent pearls. *Nat. Geog. Mag.*, 180(6) : 109-123.

- DOUMENGE, F. 1992. Nacres et perles. Traditions et changements. In : Doumenge, F. et A. Toulemon (Eds.). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, Num. Spéc. 8 : 1-52.
- DYBDAHL, R. AND R.A. ROSE. 1986. The pearl oyster fishery in Western Australia. In : A.K. Haines, C.G. Williams & C. Coates (Eds.). Torres Strait Fisheries Seminar, Port Moresby, 11-14 Feb. 1985. *Aust. Gov. Publ. Serv. Canberra* : 122-132.
- FASSLER, R.C. 1991. Farming jewels : The aquaculture of pearls. *Aquaculture Mag.* Sep/Oct 1991 : 34-52.
- FASSLER, R.C. 1993. Pearls '94 : First international conference. *South Pacific Commission, Pearl Oyster Information Bulletin*, 6 : 33-34.
- FASSLER, R.C. 1994. Abstracts of papers presented at Pearls '94, International Pearl Conference, Honolulu, Hawaii, May 14-19, 1994. *Jour. Shellfish Res.*, 13(1) : 325-354.
- FASSLER, R.C. 1995. Farming jewels : new developments in pearl farming. *World Aquaculture*, 26(3) : 5-10.
- FASSLER, R.C. 1996. *The american mussel crisis : effects on the world pearl industry*. World Aquaculture '96 Ann. Meeting. Jan 29-Feb 2, Bangkok, Thailand. Book of Abstracts, p. 123-124.
- GARCÍA-GASCA, A. Y M. MONTEFORTE. 1990. Colecta experimental de Madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1856) en Isla Gaviota, B.C.S. (resultados preliminares). Compilado de trabajos del IV Congreso de la Asociación Mexicana de Acuicultores. CICTUS-Universidad de Sonora. Hermosillo, Son. AMAC'90, Vol. 1 : 11 pp.
- GOEBEL, M. Y D.M. DIRLAM. 1989. Polynesian black pearls. *Gems & Gemology*, 25(3) : 130-148
- GRUET, M.J. 1992. La perle de culture dans une économie de marché. In : Doumenge, F. et A. Toulemon (Eds.). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, Num. Spéc. 8 : 105-108.
- INTES, A. & M. COEROLI. 1985. Evolution et état des stocks naturels d'huîtres nacières et perlières (*Pinctada margaritifera*) en Polynésie Française. *Proc. 5th. Int. Congress Coral Reefs, Tahiti* : 545-550.
- JAMESON, H.L. 1914. The pearling industry. A chapter in economic biology. In : *Scientific American Sup.*, 1983 : 12-16.
- JOYCE, K. Y S. ADDISON. 1992. *Pearls, ornament and obsession*. Thames & Hudson Ltd. Press, London. 252 pp.
- KEEN, M. 1971. *Seashells of the tropical west America*. Stanford Univ. Press. Stanford, Calif. 1068 pp.
- KUNZ, G.F. Y C.H. STEVENSON. 1932. *The Book of the Pearl : The History, Art, Science and Industry of the Queen of Gems*. Dover Publications Inc., New York (1993). 548 pp.
- MANN, R. 1984. On the selection of aquaculture species : a case study of marine molluscs. *Aquaculture*, 39 : 345-353
- MARTÍNEZ, A.T. 1983. Prospección de los bancos de madreperla en el el Golfo de California de 1962 a 1965. *M.Sc. Thesis. CICIMAR*, La Paz, México. 87 pp.
- MATSUII, Y. 1962. Informe de Yoshidi Matsui sobre las experiencias de cultivo de madreperla y producción de perlas en Bahía de La Paz. Documento original recuperado por M. Cariño. Archivo Histórico "Pablo L. Martínez". La Paz, B.C.S. 13 pp.

- MAZÓN-SUÁSTEGUI, J.M. 1987. Evaluación de cinco dietas microalgales en el crecimiento larval de *Modiolus capax* (Conrad, 1837) y *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1845) (Mollusca, Bivalvia). *M.Sc. Thesis. IPN- CICIMAR*, La Paz, México. 158 pp.
- MCANALLY, L. & E. VALENZUELA. 1990. Crecimiento y supervivencia de las larvas de la ostra concha nácar, *Pteria sterna*, en condiciones de laboratorio. *Ciencias Marinas* (Ensenada, México), 16(4) : 29-41.
- MIZUMOTO, S. 1976. Pearl farming in Japan. *In* : Pillay, T.V.R. & W.M.A. Hill (Eds.). *FAO Technical Conference on Aquaculture* (1976, Kyoto, Japan) : 381-385.
- MIZUNO, K. 1981. Rapport d'étude de la perliculture. Service de la Pêche, Papeete. *Rapp. Int.* 80-524. 10 pp.
- MONTEFORTE, M. 1990. Cultivo de Ostras Perleras y Perlicultura : situación actual en los principales países productores y perspectivas para México. *Ser. Cient. UABCS* (La Paz, México), 1(1) : 13-18.
- MONTEFORTE, M. 1991. Las perlas, leyenda y realidad : un proyecto actual de investigación científica. *Rev. PANORAMA* (UABCS), 38 : 28-34.
- MONTEFORTE, M. 1994. Perspectives for the installation of a pearl culture enterprise in Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 339-340.
- MONTEFORTE, M. 1995. Modelo de construcción y operación de granjas perleras en Bahía de La Paz : proyecto tipo. *Documento interno CIBNOR* (Dirección de Gestión Tecnológica) y SEMARNAP (Dirección General de Acuicultura). 39 pp.
- MONTEFORTE, M. Y C. ALDANA. 1994. Spat collection, growth and survival of pearl oyster *Pteria sterna* under extensive culture conditions at Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 340-341.
- MONTEFORTE, M. Y H. BERVERA. 1994. Spat collection trials for pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* at Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1): 341-342.
- MONTEFORTE, M. & M. CARIÑO. 1992. Exploration and evaluation of natural stocks of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia, Pteriidae) : La Paz, South Baja California, México. *AMBIO, Jour. Human Env.*, 21(4) : 314-320.
- MONTEFORTE, M. Y A. GARCÍA-GASCA. 1994. Spat collection studies of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia, Pteriidae) in Bay of La Paz, South Baja California, México. *Hydrobiología*, 291 : 21-34.
- MONTEFORTE, M., E. KAPPELMAN-PIÑA AND B.E. LÓPEZ-ESPINOSA. 1995. Spatfall annual survey of pearl oyster *Pteria sterna* (Gould) on experimental collectors at Bahía de La Paz, South Baja California, México. *Aquac. Fish. Manag.*, 26, 497-511.
- MONTEFORTE, M. & S. LÓPEZ-LÓPEZ. 1990. Captación masiva y prengorda de Madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1856), en Bahía de La Paz, Sudcalifornia, México. *Compilado de trabajos del IV Congreso de la Asociación Mexicana de Acuicultores. CICTUS-Universidad de Sonora. Hermosillo, Son. AMAC'90*, Vol. 1 : 10 pp.
- MONTEFORTE, M. Y H. WRIGHT. 1994. Ecology of pearl oyster spat collection in Bahía de La Paz, South Baja California, México : temporal and vertical distribution, substrate selection, associated species. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 342-343.

- MONTEFORTE, M., H. BERVERA Y S. MORALES. 1994a. Growth and survival of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in extensive conditions at Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 343-344.
- MONTEFORTE, M., H. BERVERA, S. MORALES, V. PÉREZ, SAUCEDO, P. Y H. WRIGHT. 1994b. Results on the production of cultured pearls in *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* from Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 344-345.
- NASR, D.H. 1982. Observations on the mortality of the pearl oyster *Pinctada margaritifera*, in Dongonab Bay, Red Sea. *Aquaculture*, 28 : 271-281.
- NUMAGUCHI, K. & Y. TANAKA. 1986a. Effects of temperature on mortality and growth of the spat of the pearl oyster *Pinctada fucata martensii*. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. (Japan)*, 9 : 35-39.
- NUMAGUCHI, K. & Y. TANAKA. 1986b. Effects of salinity on mortality and growth of the spat of the pearl oyster *Pinctada fucata martensii*. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. (Japan)*, 9 : 41-44.
- PANDYA, J.A. 1976. Influence of temperature on growth ring formation in the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould), of the Gulf of Kutch. *Indian J. Mar. Sci.*, 5 : 249-251.
- PASS, D.A., R. Dybdahl & M.M. Mannion. 1987. Investigation into the causes of mortality of the pearl oyster *Pinctada maxima* (Jameson) in Western Australia. *Aquaculture*, 65 : 149-169.
- PEARL WORLD, THE INTERNATIONAL PEARLING JOURNAL. 1992. *Annual japanese pearl export. Economic section, Japan Pearl Exporters Assoc.* R. Torrey, Ed.
- PEARL WORLD, THE INTERNATIONAL PEARLING JOURNAL. 1993. *Annual japanese pearl export. Economic section, Japan Pearl Exporters Assoc.* R. Torrey, Ed.
- PEARL WORLD, THE INTERNATIONAL PEARLING JOURNAL. 1994a. *Annual japanese pearl export. Economic section, Japan Pearl Exporters Assoc.* R. Torrey, Ed.
- PEARL WORLD, THE INTERNATIONAL PEARLING JOURNAL. 1994b. *Tahiti, October auction results. Groupe d'Intérêt Economique (Poe Rava Nui).* R. Torrey, Ed.
- DEL RÍO-PORTILLA, M.A. 1991. Crecimiento de *Pteria sterna* (Gould, 1851) (Mollusca, Bivalvia), bajo diferentes condiciones de temperatura y concentración de alimento. *M.Sc. Thesis. CICESE-Ensenada B.C., México.* 77 pp.
- ROBERTS, R.B. & R.A. ROSE. 1989. Evaluation of some shells for use as a nuclei for round pearl culture. *Jour. Shellfish Res.*, 8(2) : 387- 389.
- SALOMON, P. & ROUDNITSKA, M. 1986. *Tahiti - La magie de la perle noire.* Edition Tahiti Perles (R. Wan et Cie.). Time Editions, Singapour. 225 pp.
- SAUCEDO-LASTRA, P. 1991. Ensayo sobre repoblamiento de bancos naturales de Concha Nácar, *Pteria sterna*, y Madreperla, *Pinctada mazatlanica* (Bivalvia, Pteriidae), en El Merito, Bahía de La Paz, Sudcalifornia, México. *BCS. Thesis in Biology, Faculty of Sciences, Universidad Nacional de México.* August, 1991. 75 pp.
- SAUCEDO, P. Y M. MONTEFORTE. 1994. Breeding cycle of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 348-349.
- SAUCEDO, P. Y M. MONTEFORTE. 1996. Repopulation of pearl oyster *Pteria sterna* natural beds at El Merito Inlet, Bahía de La Paz, South Baja California, México. *AMBIO, Jour. Hum Env.* (en prensa).

- SAUCEDO, P., M. MONTEFORTE, H. BERVERA, V. PÉREZ Y H. WRIGHT. 1994. Repopulation of natural beds of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* at Bahía de La Paz, South Baja California, México. *J. Shellfish Res.* 13(1) : 349-350.
- SCOONES, R.J.S. 1988. An overview of pearl oyster culture in Western Australia. *Proc. 1st. Australian Shellfish Aquaculture Conference, Perth, 1988* : 266-282.
- SEVILLA, M.L. 1969. Contribución al conocimiento de la madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 30 : 223- 262.
- SHIRAI, S. AND Y. SANO. 1972. Reporte de una investigación sobre los recursos perleros del Golfo de California. *Reporte Interno. SEPESCA.* México. 55 pp.
- SHIRAI, S. 1984. *Pearl Oysters of the World.* Marine Planning, Co., Ltd., and Shunposha Photo Printing, Co., Ltd., Japan. 185 pp.
- SHIRAI, S. 1994. *An overview of pearl oyster culture in the world.* Conferencia magistral. Congreso Internacional Pearls'94. Honolulu, Hawaii.
- SINGH-CABANILLAS, J., G. BOJÓRQUEZ- VERASTICA & J.M. MEZA-DOMÍNGUEZ. 1982. Resultados finales de las actividades de estudios de ostras perleras en la Bahía de La Paz (1981-1982). *Inf. Téc. Sría. de Pesca, Del. Fed. Pesca B.C.S.* (México), Oficina de Desarrollo Acuacultural. 44 pp.
- VELU, M., K. ALAGARSWAMI & S.Z. QASIM. 1973. *Technique of producing spherical shell beads as nuclei for cultured pearls.*
- VIVES, G. 1908. *Criaderos de concha madreperla en Baja California.* Original manuscript (unpublished). Historic Museum "Pablo L. Martínez", La Paz, México. 55 pp. + photos.
- VIVES, G. 1916. Carta personal de Don Gastón Vives dirigida al Dr. León Diguët, donde describe la destrucción de la "Compañía Criadora de Concha y Perla" por parte del Cor. Miguel Cornejo. *Documento original recuperado por M. Cariño de los Archivos del Musée National d'Histoire Naturelle, Paris, Francia.*
- VIVES, G. 1919. Informe sobre la Compañía Criadora de Concha y Perla de la Baja California. *Bol. Secr. Fomento,* México, 6 : 173pp.
- WADA, K. 1973. Modern and traditional methods of pearl culture. *Underwat. Jour.* (1973) : 28-33.
- WARD, F. 1985. The Pearl. *Nat. Geog. Mag.*, 168(2) : 193-222.

Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur
Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.). 1996.

CULTIVO DE MEJILLÓN

Marco Antonio Cadena Roa

RESUMEN

Las dos especies de mejillón de importancia comercial en nuestro país y en especial en la zona noroeste son: *Mytilus californianus* y *Mytilus edulis*. La primera forma grandes bancos en la zona intermareal y representa uno de los recursos de mayor importancia económica en Baja California, en donde se han obtenido producciones hasta de 800 toneladas y producciones de *M. edulis* por cultivo de 250 toneladas. En nuestro Estado, a pesar de contar con un sitio adecuado para su cultivo (Bahía Tortugas), personal técnico y científico capaz para su implementación, una industria demandante del producto y tecnología probada, no ha habido continuidad en los esfuerzos realizados. Sin embargo, en paralelo con el cultivo de camarón, la myticultura representa una actividad con potencial inmediato.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I.A. INTRODUCCIÓN

Las dos especies de mejillón con importancia comercial en nuestro país y en especial en la zona noroeste son: *Mytilus californianus* y *Mytilus edulis*.

El mejillón nativo *M. californianus* es un bivalvo de la familia Mytilidae, característico de hábitats rocosos y de alta energía, que se distribuye desde las Islas Aleutianas hasta Isla Socorro en México (Ricketts y Calvin, 1968).

En Baja California forma grandes bancos, bien delimitados, en la zona intermareal y representa uno de los recursos de mayor importancia económica en el intermareal rocoso. En ese Estado, el mejillón ha sido objeto de explotación comercial, desde hace más de 25 años, por permisionarios que abastecen de materia prima a las empresas que lo industrializan en la región.

De acuerdo a Salas y Gracia (1978) la explotación del mejillón ha mostrado importantes fluctuaciones a lo largo del tiempo, alcanzando una producción máxima de 800 toneladas en 1981, bajando en forma considerable su captura desde entonces; esta disminución en la producción se debe en cierta medida, a que la explotación del recurso se realiza de manera intensa o total en la mayoría de los bancos naturales que presentan un fácil acceso. Esta forma de extracción no permite una recuperación rápida de los bancos ni garantiza una producción sostenida, debido a la escasez del recurso. En la actualidad los permisionarios tienen que diversificar sus esfuerzos, extrayendo otros recursos de las mismas áreas, tales como estrellas de mar, lapas, algas, etc., para complementar sus ingresos.

En Baja California se han obtenido producciones de hasta 800 toneladas de *Mytilus californianus* y producciones de *M. edulis* por cultivo de 250 toneladas.

En nuestro Estado, a pesar de contar con un sitio adecuado para su cultivo (Bahía Tortugas), personal técnico y científico capaz para su desarrollo, industria demandante del producto y tecnología probada, tanto a nivel nacional como internacional, no han sido continuos los esfuerzos iniciados por “Productos Pesqueros Mexicanos”, en uno de sus proyectos de “gran visión”.

En paralelo con el cultivo de camarón, la mitilicultura representa una actividad con potencial inmediato en nuestro Estado.

Para su desarrollo se requiere de un apoyo firme de las autoridades del sector pesca, con el fin de consolidar un proyecto piloto demostrativo, el cual generaría, en cascada, que inversionistas privados o del sector social participaran en la actividad.

El monto requerido para llevar a cabo este proyecto sería de alrededor de \$ 800,000 para la instalación de 16 balsas, ocho el primer año y ocho más el segundo año, para alcanzar una producción de 1200 toneladas. El proyecto presenta una alta rentabilidad económica, por lo que este monto es de inversión productiva.

Estudios llevados a cabo por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, en Ensenada, demuestran que la recuperación de los bancos, por colonización del substrato, es muy lenta, sin embargo, el reclutamiento en los parches de mejillón es muy superior y se puede incrementar considerablemente la tasa de recuperación, por lo que se recomienda que durante la extracción comercial se dejen parches de mejillones en las áreas de explotación y, de esta manera, en pocos años se restablecerán los bancos naturales, permitiendo una explotación más sostenida.

En relación con *M. edulis*, la producción que se ha obtenido corresponde a los cultivos que se encuentran en la bahía de Todos los Santos, Ensenada B.C., por la empresa Martesanos y en la Isla San Martín, B.C., por la cooperativa Bahía Falsa. De acuerdo con su información, Martesanos tiene una capacidad instalada inicial de 200 toneladas, mientras que la cooperativa cuenta con 50 toneladas de capacidad.

En Baja California Sur no existe una pesquería de estas especies, a pesar de contar con un potencial importante para llevar a cabo actividades acuaculturales.

La talla comercial del mejillón es, en general, de 7 cm, dado que el destino de un porcentaje importante de la producción es el enlatado. El mejillón de mayores tallas tiene un mercado más restringido ya que es local, por lo que la extracción de tallas mayores es mínima en relación a tallas inferiores a 7 cm.

Como se presentó en el apartado anterior, actualmente es una pesquería que se realiza únicamente en el estado de Baja California.

I.B. TECNOLOGÍA DE CULTIVO

TÉCNICA EMPLEADA POR LA EMPRESA MARTESANOS S.A. DE C. V.

Área de Cultivo

La zona donde se realizan los cultivos comprende la porción sur de la Bahía de Todos los Santos, la cual se localiza en la zona noroeste de la península de Baja California, a 100 km al sur de la frontera con Estados Unidos de América. Esta es una bahía de 24000 hectáreas, separada del mar abierto por dos pequeñas islas, lo cual conforma una bahía con dos bocas de comunicación con el mar, una de 12 km de ancho y la otra de 6 km. La profundidad máxima de estas bocas es de 50 y 350 m, respectivamente, lo cual permite la entrada del oleaje generado por tormentas en el Pacífico Norte, principalmente durante el invierno; este oleaje se caracteriza por presentar una altura mayor de tres metros y alta energía.

La profundidad en el área de cultivo varía entre los 10 y 20 m y el fondo está constituido por arena, el agua en esta zona proviene, en general, del exterior de la bahía, transportada por corrientes superficiales, a través de la boca sur; durante la primavera y el verano se dan las condiciones más favorables para el transporte del agua superficial debido al arrastre que producen los vientos del oeste y noroeste, generándose corrientes con velocidades entre 25 y 125 cm/s con vientos máximos de 33 cm/s, mientras que en el otoño e invierno se registran valores que varían de 0 a 15 cm/s, coincidiendo con mayor intensidad en los vientos y con un alto porcentaje de días de calma.

Debido a la presencia de surgencias fuera de la bahía y al transporte superficial al interior de ésta, la producción de fitoplancton es alta, haciendo que sea propicia para el cultivo de fitoalimentadores. La temperatura del agua superficial varía de 14°C en los meses de enero y febrero a 24°C durante agosto y septiembre.

Sistema de Cultivo

El sistema utilizado para cultivar el mejillón es el conocido como sistema de suspensión, el cual consiste en colgar las cuerdas de cultivo -donde crecen los mejillones- de una estructura fija al fondo, conocida como estante, o de una estructura flotante llamada balsa. En este caso se utilizan balsas de 10 x 11 metros, donde se suspenden verticalmente 375 cuerdas de cultivo. Éstas tienen una longitud de 10 metros y un diámetro de 2.5 cm.

Las balsas, diseñadas y construidas por la empresa, son en forma de catamarán, con dos flotadores de 1.4 x 1.4 x 11 metros, construidas de madera y recubiertas con fibra de vidrio; los flotadores están unidos por 6 vigas de madera de 15 x 22.5 cm de sección. Por encima de estas vigas se colocan barrotes de 7.5 x 10 cm de sección, lo cual se conoce como emparrillado, de donde se suspenden las cuerdas de cultivo. Los flotadores presentan una proa delgada para oponer menor resistencia al oleaje y es en esta parte donde se instala el anclaje, que es único y consiste de una cadena unida a una estructura de concreto armado de cinco toneladas, que se coloca en el fondo del mar. Este sistema de anclaje le permite a la balsa orientarse con el viento y el oleaje oponiendo menor resistencia; la longitud de la cadena es de cuatro a cinco veces la profundidad a la cual se instala la balsa.

OPERACIONES DE CULTIVO

Captación de semilla

Los mejillones utilizados para el cultivo se obtienen del medio natural, colocando cuerdas colectoras durante la época reproductiva de la especie. Estas cuerdas pueden ser las mismas donde se engorda el mejillón o más delgadas, también se utilizan tiras de red anchovetera de desecho. Es importante que los materiales utilizados para captar la semilla estén limpios, sin algas ni organismos adheridos para lograr un buen asentamiento de semilla. La reproducción de *M. edulis* en Baja California es durante los meses de invierno, principalmente diciembre y enero. Los mejillones que se han fijado a las cuerdas y colectores se dejan crecer hasta alcanzar un tamaño de 1 a 2 cm de longitud con el objeto de poder manejarlos y realizar la siembra con una densidad apropiada, alrededor de 20 Kg de semilla por cuerda de 10 m de longitud.

Siembra

Generalmente la cantidad de juveniles que se fijan en las cuerdas colectoras es muy alta, principalmente en la superficie; por lo anterior, es necesario reducir la densidad en las cuerdas colectoras, de otra manera los mejillones crecen muy despacio y se presenta desprendimiento por racimos. En cada cuerda se coloca una cantidad de mejillones que permita un crecimiento rápido, sin riesgos de amontonamiento o desprendimiento. La operación de siembra consiste en colocar a los mejillones dentro de una red plástica tubular, donde la cuerda de cultivo queda en el centro, esto se realiza con ayuda de un tubo plástico que hace las veces de embudo, en donde la red se coloca arremangándola en la parte exterior del mismo. Por el interior del embudo se introduce la cuerda y la semilla; una vez confeccionadas las cuerdas de cultivo se colocan tramos de tubo PVC de 10 pulgadas de longitud cada 40 o 50 cm de distancia, con el objeto de repartir más eficientemente la carga en la cuerda y evitar desprendimientos. Después de una o dos semanas los organismos ya se han fijado a la cuerda y la red plástica puede quitarse sin que se pierda la semilla, quedando los mejillones sin obstáculo para crecer y alimentarse libremente.

Desdoble y clareo

Tres o cuatro meses después de la siembra, es necesario reducir el número de mejillones que crecen sobre las cuerdas, ya que la competencia por el alimento se acentúa y retarda el crecimiento. Para esto, las cuerdas se retiran del agua y se desprenden los mejillones repartiéndolos en dos o tres cuerdas, siguiendo el procedimiento utilizado en la siembra.

Cosecha

En nuestro país no existe una reglamentación de carácter legal que defina el tamaño al cual deben cosecharse los mejillones, y es el mercado el que define la talla comercial. El mercado en fresco, principalmente los restaurantes, demandan ejemplares grandes de 8 a 10 cm de longitud, mientras que la industria enlatadora prefiere mejillones de 6 a 7 cm, ya que este tamaño permite una mejor presentación en el enlatado.

Los mejillones de 6 a 7 cm pueden cosecharse en noviembre o diciembre del mismo año en el que se realizó la siembra, mientras que los mayores a 8 cm se cosechan un año y medio después de la siembra. La cosecha se realiza de forma manual, izando las cuerdas con ayuda de una estructura metálica en donde se cuelga un sistema de poleas; a medida que la cuerda se va levantando los mejillones se desprenden y se van colocando sobre una plataforma de trabajo instalada sobre el emparrillado de la balsa. En esta plataforma los mejillones se limpian, seleccionan y colocan en sacos de 25 kg para su transporte al mercado. Las cuerdas con mejillones que permanecen un año y medio en crecimiento sirven como sustrato a la nueva semilla que se recluta durante el invierno. Cuando esta fijación es abundante, los pequeños mejillones cubren totalmente a los adultos, impidiendo prácticamente el paso de alimento hacia los organismos que crecen en la parte central de la cuerda. En este caso es necesario levantar la cuerda y desprender la semilla que crece en el exterior, operación que se realiza manualmente. Es prácticamente imposible eliminar toda la semilla, de tal forma que al momento de la cosecha, estas cuerdas presentan mejillones de 9 a 10 cm mezclados con más pequeños de 3 a 4 cm. Esta situación hace necesaria la separación por tamaños con objeto de aprovechar el mejillón pequeño y engordarlo de nuevo para que continúe su crecimiento.

TÉCNICA EMPLEADA POR LA COOPERATIVA BAHÍA FALSA

Se utiliza una variante de la metodología utilizada actualmente para el cultivo del ostión, siendo una balsa de mayores dimensiones la utilizada para la engorda y otra de menor tamaño para la colecta de semilla.

La semilla es colectada en la zona de Punta Banda localizada en la bahía de Todos los Santos, en Ensenada. Para su colecta se utilizan balsas de 16 metros cuadrados con barriles de 200 litros como flotadores; a lo largo del cuadro principal que conforma la estructura se colocan barrotes de madera, de 5 x 10 cm de los cuales penden los cabos colectores. La experiencia de años anteriores ha mostrado que la captación mayor ocurre en los dos primeros metros; los cabos son de 2.5 cm de diámetro y cuatro metros de longitud.

Transcurrido el tiempo de colecta, los colectores se transportan por carretera a la zona de cultivo localizada en la Isla de San Martín, adyacente a la Bahía de San Quintín.

En la zona de cultivo, la semilla colectada se clasifica por tamaños y se conforman las sartas, que consisten en cabos de polipropileno de 2.5 cm contenidos en un tipo de malla denominada vexar, de fabricación nacional; la malla tiene la función de contener los mejillones mientras éstos se fijan a la cuerda. Al cabo de unos días la semilla se fija al cabo.

Las sartas son colocadas en una estructura flotante semejante a las balsas ostioneras, pero de 49 metros cuadrados de área. Para éstas se utilizan flotadores de fibra de vidrio con quilla, lo cual le da una apariencia de catamarán. La disposición de los barrotes transversales es semejante a la utilizada en los colectores, quedando colocados cada 50 cm entre ellos.

Después de aproximadamente tres meses, a partir de la siembra, se efectúa un desdoble, que consiste en disminuir la densidad de organismos de las sartas a la mitad para aminorar la competencia por espacio y promover el mejor crecimiento de los organismos. Una vez efectuado

el desdoble la siguiente operación es la cosecha, que se realiza desde una embarcación de 24 pies de eslora equipada con un motor fuera de borda. Los organismos se transportan vivos, en fresco, a los diferentes distribuidores.

I.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

Dado que en nuestro Estado la única posibilidad de explotación es a través del cultivo, los instrumentos de producción deberán ser semejantes a los que actualmente se emplean por la Empresa Artesanos y la Cooperativa Bahía Falsa, tanto a nivel de infraestructura material como de organización social.

I.E. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

El mejillón se puede encontrar en las siguientes presentaciones: enlatado, fresco enhielado, congelado, depurado y sin depurar. La primera es la presentación más común a nivel mundial. En México se le puede encontrar fundamentalmente de las siguientes maneras:

Mejillón enlatado: el mejillón entero desconchado, preparado de distintas formas, entre las que predomina el escabeche. La lata es la comercialmente conocida como lata ¼ club, con una capacidad de 120 g de peso neto y 80 g de peso drenado, variando entre 6 y 15 piezas por lata, dependiendo del tamaño del producto. La lata está contenida en un estuche rectangular de cartón, donde se especifican las características del producto.

Mejillón fresco: mejillón entero en su concha, enhielado o refrigerado. Esta presentación es más reciente, motivo por el cual en algunos lugares es difícil de encontrar, de esta forma se vende en restaurantes y tiendas de autoservicio.

Normas de calidad

El producto enlatado es el que tiene normas de calidad más rígidas; si este producto no es industrializado correctamente, su consumo resulta muy peligroso, la cocción se efectúa a 102°C durante 18 minutos por medio de vapor libre. Una vez terminado este proceso el mejillón es seleccionado por tamaños y se les desprenden manualmente los filamentos del biso y las vísceras, en seguida es acomodado en la lata, considerando uniformidad de color y tamaño; al final se agrega el caldo, que puede ser escabeche, aceite o salmuera, predominando el primero en el mercado nacional. Finalmente se engargola y se esteriliza para permanecer cuarenta días en observación, antes de su distribución en el mercado.

II. POTENCIAL DEL CULTIVO

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

De acuerdo con el trabajo presentado en el encuentro regional sobre producción de mejillón, realizado en noviembre de 1987, el Jefe del Departamento de Acuicultura de la Delegación de Pesca de Baja California en esa fecha, Biól. Oscar Baylon, destaca, en lo relativo al mercado, que

según estimaciones realizadas, se observa que existía una demanda nacional aparente de 6000 toneladas en 1987, estimando que para el año de 1992 se incrementaría a 37000 toneladas.

Como referencia importante para nuestro Estado, cabe mencionar que en 1979 las Industrias Paraestatales del Noroeste aprobaron, en su comité interno, la implementación del cultivo de mejillón. La intención en ese entonces fue implantar el cultivo comercial de mejillón en México, adaptando la técnica española, ya que se consideraba la más adecuada, tanto por la cantidad de empleos que genera como por la eficiencia misma del cultivo. Para establecer una zona adecuada para el cultivo se analizaron las características de diferentes sitios potenciales, considerando entre otras cosas la cercanía a las plantas empacadoras de la misma empresa (IPPNO), protección contra el viento y oleaje, profundidad, características físicas y químicas del agua, etc. Se determinó para el inicio del cultivo a la bahía de Todos Santos en Ensenada, frente a Punta Banda.

Para 1983, ya se contaba con la tecnología básica para el cultivo, con experiencias derivadas en el marco general del “Programa de Cultivo de Mejillón en Baja California Norte, Baja California Sur y Sinaloa Norte”, donde participaron la Universidad Autónoma de Baja California, la Delegación de Pesca en el Estado y las Industrias Pesqueras Paraestatales, principalmente. El resultado de estos trabajos sirvió de guía alternativa para la actividad productiva, ya que presentaba metas de demanda-oferta, aspectos técnicos productivos y evaluación económica del proyecto, entre otros puntos.

Para ese año (1983), las pesquerías de abulón y sardina, que sostenían las plantas industriales en Isla de Cedros y Bahía Tortugas, se vieron reducidas por sobreexplotación o por migración del recurso, con lo que se tenía una capacidad de proceso instalada subutilizada. De esta manera, dentro del programa de diversificación de producción de empresas paraestatales del noroeste, se propuso de manera urgente, al mejillón como una de las principales alternativas para impulsar las plantas de las empresas referidas.

Por lo anterior, Industria Pesquera del Noroeste se planteó desarrollar el Programa de Cultivo de Mejillón con los siguientes objetivos:

Obtención de proteína animal de calidad a bajo costo para el consumo humano directo.

Generación de empleos en la parte central de la Península de Baja California.

Abastecer de materia prima a las plantas empacadoras:

Productos Pesqueros Isla Cedros y Productos Pesqueros Peninsular.

Captar divisas como resultado de las exportaciones del producto.

El programa específico se concretó en 1983 como “Estudio de Factibilidad Técnica - Económica del Cultivo de Mejillón en Bahía Tortugas, Baja California Sur”. Este programa de Productos Pesqueros Mexicanos obtuvo, en noviembre de 1983, el dictamen aprobatorio de la Dirección General de Acuicultura, obteniéndose el presupuesto para su realización en 1984.

El planteamiento inicial del proyecto constaba de 50 balsas a instalarse en cinco años, se iniciaría con dos balsas y, a continuación, 4, 8, 16 y 20 balsas en los años sucesivos; la producción estimada al quinto año fue de 10000 toneladas. Sin embargo, por problemas técnicos en la construcción de las dos primeras balsas, que obligó a posponer el proyecto, así como por la desincorporación y venta de las empresas paraestatales, entre ellas Productos Pesqueros Mexicanos, se truncó esta excelente iniciativa para el desarrollo de nuestro Estado, principalmente en la zona de influencia de Bahía Tortugas.

Han pasado más de 10 años desde que se pretendió iniciar en Baja California Sur uno de los más importantes desarrollos acuícolas del país por su volumen potencial.

En Baja California, la empresa Martesanos y la Cooperativa Bahía Falsa han continuado desarrollando la tecnología, mejorando los sistemas de captación de semilla, artes de cultivo, mecanización de la colecta, comercialización, etc.

II.B. APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES, INSUMOS Y MANO DE OBRA

De acuerdo a la empresa Martesanos, las principales limitantes a las que se han enfrentado para el desarrollo de la actividad son las siguientes:

Falta de semilla

La semilla se capta del medio natural durante la época de reproducción del mejillón, en algunos años es muy abundante y los colectores captan grandes cantidades, en otros es más pobre y a veces sumamente escasa, lo cual tiene repercusiones serias en los niveles de producción; por lo anterior, es particularmente crítico resolver el abasto de semilla si se desea expandir el cultivo a lo largo de la península. Una alternativa para lograr la seguridad de semilla es producirla en laboratorio; el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de Baja California cuenta con la investigación básica necesaria y ha logrado producir semilla a escala experimental con éxito, vislumbrándose excelentes perspectivas para escalar la producción a nivel industrial. Existen adicionalmente otros laboratorios en la península con capacidad para producir semilla.

Desarrollo de equipo y materiales

Las operaciones para separar a los mejillones para el encordado, la cosecha y el lavado requieren de gran cantidad de mano de obra y esfuerzo físico; estas operaciones pueden mecanizarse sin necesidad de grandes innovaciones tecnológicas. En otros países, inclusive, la confección de las cuerdas se realiza ya con maquinaria.

La mitilicultura en nuestro país es ya un hecho, aún cuando las operaciones de cultivo se realicen manualmente, es necesario ahora desarrollar la maquinaria que permita a los trabajadores realizar más fácil y eficientemente su trabajo.

Problemas de comercialización

El mercado de mejillón puede separarse en dos líneas: el mercado en fresco y el mercado de la industria enlatadora. Nuestro país se ha caracterizado por consumir mejillones enlatados, principalmente importados (de más de 10 países), aunque también se han consumido más de 1,000 toneladas de producto proveniente de la producción de mejillón silvestre de Baja California. El principal problema que se ha tenido, en cuanto al mercado en fresco, es la falta de una red de transporte refrigerado que permita concurrir a los principales mercados del país, como Monterrey, Ciudad de México y Guadalajara; por otra parte, la gente no conoce el mejillón, no sabe manejarlo y las cadenas de mercados no tienen infraestructura para venderlo.

Fenómenos meteorológicos

La calidad de los materiales usados para el anclaje, particularmente la cadena, son un factor muy importante que debe ser estudiado al decidir el tipo de arte de cultivo que se va a utilizar. La región que presenta potencial para el cultivo en la península de Baja California es una zona de transición que puede ser azotada por tormentas tropicales y, en consecuencia, las artes de cultivo son

expuestas a oleaje de alta energía y la calidad de la cadena y tipo de anclaje son fundamentales para que resistan dichos eventos.

Perspectivas

Al resolverse el problema que representa la inseguridad de contar con semilla, el cultivo de mejillón se expandirá rápidamente en la costa oeste de la península de Baja California. Asimismo, el desarrollo del equipo para mecanizar ciertas fases del cultivo permitirá incidir directamente en los niveles de producción a corto plazo, generando una mayor rentabilidad en el cultivo.

Igualmente, en la medida que el sector industrial conozca las ventajas del mejillón cultivado y la gran aceptación que éste tiene en el mercado, aceptará pagar un precio razonable que permita operar con utilidad a los productores.

II.C. NUEVAS TECNOLOGÍAS

Existen otras técnicas, como las que se utilizan en Holanda, con el cultivo de mejillones sobre el fondo y la francesa sobre postes; sin embargo, el cultivo en suspensión que han utilizado las empresas mexicanas deberá ser continuado como línea principal, teniendo como alternativas las tecnologías de Holanda y Francia.

II.D. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR Y NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Actualmente, gracias a los diferentes centros de educación e investigación tanto a nivel medio como superior, se cuenta con suficiente personal técnico y científico capacitado para llevar a cabo la actividad. Asimismo, la experiencia práctica generada tanto por la empresa Martesanos como por la Cooperativa Bahía Falsa nos dan las bases para continuar con el cultivo de mejillón en nuestro Estado con bases tecnológicas y de organización más sólidas.

La mano de obra no calificada se puede entrenar rápidamente y no significa una limitante para llevar a cabo el cultivo a nivel comercial.

II.E. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Darle prioridad a la actividad acuícola, concediendo beneficios fiscales y simplificar administrativamente los requisitos para llevar a cabo la actividad.

BIBLIOGRAFÍA

- SALAS, A. & L. GARCÍA. 1987. Estudios básicos y experiencias en el cultivo de mejillón por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas en Baja California. Encuentro Regional sobre producción de mejillón (cultivo, industrialización, comercialización y consumo). UABCS-SEPESCA-FONDEPESCA.
- RICKETTS, E.F. & J. CALVIN. 1968. *Between pacific tides*. Fourth Edition, Stanford University Press. Stanford.

CULTIVO DE OSTIÓN JAPONÉS

Crassostrea gigas

José Manuel Mazón Suástegui

RESUMEN

El ostión japonés *Crassostrea gigas* se introdujo a México en 1972, y en 1976 a Baja California Sur. Actualmente se domina la tecnología de producción de semilla en laboratorio y de engorda. La semilla se preengorda en canastas ostioneras suspendidas. Con el método de engorda en costales de plástico colocados sobre estantes en la zona intermareal, los organismos se exponen periódicamente al aire y al sol, lo que endurece la concha, aumenta su hermetismo y prolonga la vida de anaquel del ostión vivo, que es la forma de presentación preferida por los consumidores. Con esta tecnología se pueden producir 12.5 t/ha de ostión en concha o 2 t/ha de carne. De acuerdo con los cálculos realizados, y bajo diferentes escenarios, se podría lograr una producción de: 7882 t de ostión en concha (1308 t de carne), en 635 ha; 14125 t de ostión en concha (2350 t de carne), en 1130 ha; o de 25000 t de ostión en concha (4165 t de carne), en 2000 hectáreas concesionadas al cultivo. Para aprovechar este potencial se requiere aumentar la oferta y calidad de la semilla y para ello se recomienda: adquirir lotes de reproductores seleccionados; innovar la tecnología de fijación y preengorda, estableciendo criterios rígidos para control de calidad de la semilla; utilizar inductores de fijación y aplicar e innovar tecnologías de fijación remota de larva oculada triploide, en una red de pequeñas instalaciones operadas por los ostricultores, con apoyo de laboratorios completos como los existentes en Bahía Tortugas y Bahía Magdalena, B.C.S., y Bahía Kino, Son. A la par de lo anterior, es indispensable reducir trámites y plazos para obtener autorizaciones, permisos y concesiones, certificar los cuerpos de agua potenciales del Estado y establecer programas oficiales de promoción y fomento a la ostricultura.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I. A. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

ORIGEN DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA

Como su nombre lo indica, el ostión japonés es una especie nativa de Japón que se ha adaptado de manera muy amplia en diferentes países del mundo donde se le ha introducido y aunque en algunas regiones se han establecido poblaciones silvestres, por lo general la especie es sometida a un proceso de cultivo. De las 30 especies de ostiones que existen en las costas de Japón, la variedad del Pacífico *Crassostrea gigas* ha sido seleccionada por su rápido crecimiento y su gran adaptación al cultivo, por lo cual ocupa un lugar privilegiado entre las ocho especies que sustentan la ostricultura mundial.

El desarrollo actual de la tecnología tuvo su origen en los estudios básicos realizados por los biólogos H. Seno y J. Hari, que hicieron posible, a partir de 1923, la aplicación de técnicas para el cultivo intensivo de esta especie en artes suspendidas, lo que permitió a Japón aprovechar sus áreas profundas mediante el uso de palangres, balsas, sartas, collares, etc. (Palacios-Fest *et al.*, 1988). El desarrollo de una gran diversidad de materiales plásticos y artes de cultivo como las canastas ostioneras tipo Nestier (M.R.), las mallas tubulares, bolsas y costales con diferentes diseños y usos específicos para el manejo adecuado de la semilla y para la engorda de los organismos juveniles y adultos a la talla comercial, han permitido un incremento notable en el cultivo.

MAGNITUD Y ALCANCE GEOGRÁFICO DE LA OSTRICULTURA

Aún cuando es originaria de Japón, la especie *C. gigas* se transplantó a diversos países como Korea, China, Australia, Nueva Zelanda, Europa, Chile, la costa del Pacífico de Canadá, Estados Unidos de América y México. El cultivo ha tenido un desarrollo creciente en los últimos 60 años, debido no sólo al uso de sistemas de engorda en suspensión, sino a la depuración de técnicas para la producción masiva de "semilla" en el laboratorio.

En años recientes, la producción de esta especie en Japón se ha mantenido estable entre 200000 y 270000 toneladas de producto en concha, equivalentes a unas 33300 a 45000 toneladas de pulpa (Ikenoue y Kafuku, 1992).

La producción ostrícola mundial es de alrededor de 743 mil toneladas. Korea es el país productor líder, con un 40.3% de la producción mundial y le siguen en orden de importancia Japón con 33.6%, Francia con 18.8%, Estados Unidos de América con 5.5% y el resto de los países productores con el 1.4% restante. La producción de otras especies similares como el ostión americano *C. virginica* y el ostión plano *Ostrea edulis*, resulta insignificante al lado de *C. gigas* (Grizel, 1993), que actualmente es una especie cosmopolita que registra notables avances en su manejo acuícola.

LA INTRODUCCIÓN DE *C. gigas* EN MÉXICO

El ostión japonés o del pacífico se introdujo por primera vez a México en el estado de Baja California durante 1972-73, bajo la coordinación de la Dirección General de Acuicultura y la Universidad Autónoma de Baja California. Los resultados obtenidos indicaron que la especie

puede alcanzar la talla comercial de 8 cm al cabo de 6 meses de engorda en las aguas templado-frías del Pacífico mexicano (Palacios-Fest *et al.*, 1988).

Esta primera experiencia de cultivo se realizó en la Bahía de San Quintín, B.C., con semilla fijada en “Concha Madre” adquirida en Estados Unidos de América. La semilla fue “engordada” a la talla comercial en sartas o collares pendientes de balsas de cultivo flotantes. En fechas posteriores, el proyecto alcanzó niveles comerciales al ser retomado por la S.C.P.P. “BAHÍA FALSA”, S.C.L., que a la fecha continúa produciendo ostiones con una talla de 8 cm y un peso de 90 g, a partir de semilla que es obtenida de su propio laboratorio de producción (Palacios-Fest *et al.*, 1988).

LA INTRODUCCIÓN DE *C. gigas* EN BAJA CALIFORNIA SUR

La introducción de la especie en Baja California Sur data de 1976, cuando Esteban Félix Pico y colaboradores iniciaron el cultivo experimental de ostión y de otros moluscos en la Bahía de La Paz, en el marco de un programa de estudios básicos desarrollado por la Dirección de Acuicultura, de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, con objeto de detectar la potencialidad de los cultivos marinos en diferentes localidades del Estado.

Como resultado de estas primeras experiencias, se demostró la potencialidad acuícola de la especie y se empezaron a desarrollar algunos proyectos precomerciales y comerciales por parte de sociedades cooperativas, ya que anteriormente el ostión era un recurso reservado por la ley en exclusiva al sector social de la pesca.

LOS CENTROS PRODUCTORES DE SEMILLA

El cultivo de ostión se amplió de manera importante en el noroeste del país, abarcando a los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Baja California y Baja California Sur, siendo detonadores de este desarrollo los centros productores de semilla, ubicados en la costa del pacífico.

A fines de los años setenta se inició la operación del Centro de Acuicultura en San Blas, Nayarit, dependiente de la SEPESCA. Aún cuando este laboratorio fue proyectado originalmente para la obtención de semilla de *C. corteziensis*, también produjo de manera alterna semilla de *C. gigas* e impulsó de manera muy importante la ostricultura en el estado de Nayarit. Actualmente este laboratorio se ha transferido en comodato a un inversionista privado, dándole el giro hacia la producción de semilla de camarón *P. vanamei*.

Por esas mismas fechas se iniciaron algunas operaciones en el Centro de Acuicultura en Eréndira, B.C., propiedad de SEPESCA. La operación de esta unidad ha sido muy irregular y esporádica y en fechas recientes el laboratorio fue transferido en comodato a un grupo productor para la obtención de semilla de abulón *Haliotis fulgens*.

A partir de 1984, inició sus operaciones el Centro Ostrícola del Estado de Sonora (hoy Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora, CREMES) con una orientación inicial específicamente dirigida hacia la producción de semilla individual de ostión japonés y, con ello, la actividad ostrícola se amplió considerablemente en el estado de Sonora y sólo se vió frenada, al igual que en Baja California Sur, por las restricciones a la exportación hacia el mercado principal, los Estados Unidos de América.

Con su nueva perspectiva, el CREMES está redefiniendo sus objetivos hacia el desarrollo tecnológico para la producción de semilla de camarón, ostión y otros moluscos, como la almeja catarina *Argopecten circularis*, la almeja mano de león *Lyropecten subnudosus* y el hacha china *Atrina maura*, especie que tiene tanto potencial para la acuicultura costera, que en pocos años podría “dejar atrás” no sólo a otras especies “novedosas”, como la almeja catarina *A. circularis* sino a las “tradicionales”, como el propio ostión *C. gigas*.

Por lo que se refiere a Baja California Sur, en el año de 1987 se iniciaron las operaciones del Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, propiedad de SEPESCA (hoy SEMARNAP), donde se produjo semilla de ostión japonés *C. gigas* a nivel comercial y se tuvieron las primeras experiencias de producción de semilla de almeja catarina *A.circularis* a nivel piloto en el año de 1988 (Mazón-Suástegui *et al.*, 1990, 1991a, 1991b). Toda la producción del Centro se destinó a los ostricultores sudcalifornianos. Actualmente este laboratorio se encuentra en proceso de transferencia al sector productivo o académico.

CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO

Entre los moluscos se pueden distinguir tres grandes grupos biológicos: los *bivalvos*, que incluyen especies como las ostras, escalopas, almejas, hachas y mejillones; los *cefalópodos* como pulpos, calamares y sepias; y los *gasterópodos*, que comprenden abulones y caracoles.

Las ostras se agrupan en la familia Ostreidae que a su vez incluye tres géneros importantes: *Ostrea*, *Crassostrea* y *Pycnodonta*, cada uno de los cuales tiene un número variable de especies.

Las especies del género *Crassostrea* son en realidad las más importantes desde el punto de vista pesquero y acuícola.

ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN MÉXICO

En México existen alrededor de nueve especies de ostión importantes que son consumidas por la población en diferentes presentaciones. De estas nueve especies, solamente tres de ellas soportan una explotación pesquera y acuícola importante. Enseguida se presenta una descripción general de sus características principales (Arriaga-Becerra y Rangel Dávalos, 1988).

Crassostrea virginica (Gmelin, 1791)

La especie es habitante del medio estuarino y se le conoce como “Ostión americano”; es nativa de la costa norteamericana del Atlántico y se distribuye en el Golfo de México y el Caribe, soportando una intensa explotación en las lagunas costeras de los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche.

Crassostrea iridescens (Hanley, 1854)

Mejor conocida como “Ostión de Piedra”; esta especie habita costas rocosas marinas con alta energía y se distribuye en el litoral del Pacífico mexicano, desde Baja California Sur hasta Oaxaca y soporta una importante explotación pesquera, principalmente en las costas del estado de Guerrero. En Baja California Sur, esta especie es, con mucho, la más importante en la pesquería.

Crassostrea corteziensis (Hartlein, 1951)

Esta especie, conocida como “Ostión de Placer”, habita principalmente en el nivel medio de mareas, adherida a rocas y mangle o directamente sobre el fango. Se distribuye en el litoral del Pacífico mexicano, principalmente desde el estado de Sonora al de Nayarit y su explotación pesquera y acuícola tiene sobre todo una importancia regional.

Crassostrea rhizophorae (Guildin, 1828)

El “Ostión de Mangle” abunda en la zona intermareal de esteros y lagunas costeras y se le encuentra generalmente adherido a los tallos y raíces aéreas del mangle. Su explotación se limita al autoconsumo y solo esporádicamente se le puede encontrar en el mercado en Baja California Sur, generalmente desconchado y empacado en recipientes de plástico.

Crassostrea gigas (Thunberg, 1873)

El “Ostión japonés” u “Ostión del Pacífico” es una especie cosmopolita que siendo originaria de Japón ha sido introducida con éxito en muchas regiones del mundo, donde se cultiva de manera extensiva e intensiva, partiendo principalmente de semilla producida en el laboratorio.

Lopha megodon (Hanley, 1846)

Esta especie se distribuye desde Baja California a las costas de Oaxaca. No se tiene disponibilidad de mayor información sobre la misma y no se conoce que soporte ningún tipo de explotación pesquera.

Ostrea angelica (Rochebrune, 1895)

Esta especie habita la zona intermareal y se adhiere a las raíces aéreas y a los tallos del mangle. Se distribuye desde el Golfo de California hasta Oaxaca, es poco abundante y a menudo suele confundirse con *O. palmula*.

Ostrea fisheri (Dall, 1914)

Se distribuye desde la parte sur del Golfo de California hasta las costas de Oaxaca, generalmente de manera aislada y sin formar bancos, por lo que no se tienen informes de una explotación comercial sobre este recurso.

Ostrea palmula (Carpenter, 1856)

La especie se distribuye desde las costas del Golfo de California hasta Oaxaca y su hábitat son los tallos y raíces aéreas del mangle, aunque en ocasiones se le puede encontrar en los bancos de *C. iridescens*. La explotación de esta especie se reduce al autoconsumo.

ESPECIES QUE SE CULTIVAN EN EL PACÍFICO MEXICANO

En el Pacífico mexicano se cultivan: el ostión japonés *C. gigas* y el ostión de placer *C. corteziensis*. El ostión japonés se cultiva en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, exclusivamente con semilla proveniente de laboratorio, mientras que el ostión de placer se cultiva en el estado de Nayarit, con semilla silvestre que a la fecha es captada en colectores de sartas de concha, que son suspendidos en el mar durante la temporada reproductiva de la especie.

Hace unos 15 años, cuando operaba el laboratorio productor de semilla en San Blas, Nay., se tenía un buen nivel de desarrollo tecnológico para la producción de semilla de *C. corteziensis*, situación que a la fecha parece haberse perdido, con lo que ha ganado terreno de manera dominante el cultivo intensivo de *C. gigas*, la especie más promisoría en la actualidad.

INDICADORES BIOECOLÓGICOS PARA *C. gigas*

Con la excepción del ostión de piedra *C. iridescens*, la mayoría de los ostiones son habitantes típicos de esteros, desembocaduras de ríos y lagunas costeras, y sus relaciones con el ambiente se dan en función de sus tolerancias y requerimientos ecofisiológicos, que pueden ser medidos en función de su resistencia a la acción cuantitativa y cualitativa de los principales factores ambientales.

Entre los factores ambientales que inciden en el desarrollo de los ostiones sobresalen la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y transparencia del agua como indicador de turbulencia y presencia de material suspendido. La interacción de estos factores fisicoquímicos constituye el entorno donde se desarrollan los organismos y puede afectar o favorecer el crecimiento y reproducción de las especies, la abundancia de sus larvas y la dimensión de sus poblaciones naturales o cultivadas.

Crecimiento

Se considera que la talla comercial del ostión japonés es de 80 a 120 milímetros. Según datos estadísticos, confirmados con las experiencias de los grupos que han cultivado la especie en Bahía Magdalena, Santo Domingo y en la zona Pacífico Norte de Baja California Sur, los organismos pueden alcanzar esta talla a los siete meses de engorda a partir de semilla de 3 a 5 mm.

Sin embargo, el período de cultivo considerado para un proyecto productivo es generalmente de nueve meses, con objeto de dar oportunidad a que todos los organismos de la población cultivada puedan alcanzar una talla óptima de cosecha; ya que, como es bien sabido, es normal que se presente una dispersión de tallas e incluso "enanismo". La proporción de enanismo se relaciona directamente con el historial genético de los reproductores y el control de calidad aplicado en el laboratorio productor.

El principal factor a cuidar, para lograr un oportuno crecimiento y, en consecuencia, la talla óptima de los organismos en el tiempo previsto, es la calidad y homogeneidad de la semilla, así como su adecuado mantenimiento y manejo de densidades de cultivo en sus diferentes etapas.

Mortalidad

En el ostión japonés cultivado, la mortalidad está asociada a la calidad de la semilla, a las condiciones del medio en que se cultiva, a la tecnología utilizada y al manejo propiamente dicho de los organismos por parte del acuacultor.

Las causas directas de mortalidad a partir de la siembra pueden ser el estrés y "shock" térmico, debido a la introducción de la semilla sin previa aclimatación, y un manejo inadecuado de la misma. Posteriormente, la semilla puede morir por depredación, bajas concentraciones en el oxígeno disuelto, excesiva turbidez, altas temperaturas en el agua y, en general, si se presentan condiciones ambientales extremas.

Las mortalidades reportadas en el cultivo de ostión japonés en Baja California Sur son las siguientes: 30 % en la Bahía de La Paz (Ramírez Filipini *et al.*, 1990), 17 % en Bahía Magdalena (Cáceres-Martínez y García-Bustamante, 1990) y 20 % también para Bahía Magdalena (Cáceres-Martínez y García-Bustamante, 1990).

En términos generales, un indicador más cercano a la realidad de los proyectos comerciales, que incluyen un componente de experimentación tecnológica, es una mortalidad acumulada del 30 al 40 % en función de la talla y calidad de la semilla introducida.

Temperatura

La temperatura es uno de los principales factores ambientales que influye de manera directa en la distribución y supervivencia de los ostiones y sus larvas (Galtsoff, 1964), ya que incide sobre el metabolismo en general y ello se refleja en la tasa de filtración y ritmo de alimentación, ritmo de crecimiento, desarrollo gonádico y desove de los adultos reproductores. A temperaturas inferiores a 4 °C, los organismos entran en un proceso fisiológico de hibernación, mientras que para un adecuado desarrollo de los procesos de reproducción y nutrición, se requieren temperaturas de 10 a 30 °C (Vázquez y Arriaga, 1988).

De la experiencia de los acuacultores sudcalifornianos con *C. gigas*, se sabe que esta especie presenta un desarrollo óptimo a temperaturas de 20 a 25 °C, pero soporta temperaturas de 10 a 30 °C, aunque con algunos problemas fisiológicos que pueden causar mortalidad, principalmente por el incremento de la temperatura por arriba de los 31 °C. El cultivo larval en condiciones de laboratorio se desarrolla muy adecuadamente a una temperatura de 23 a 25 °C, pero igualmente, la larva fijadora puede almacenarse a temperaturas de 5 a 10 °C y utilizarse para fijación remota

en sistema de posta (Mazón-Suástegui, 1988; Mazón-Suástegui, 1990; Mazón-Suástegui *et al.*, 1990).

Salinidad

En lo general se reconoce que el nivel óptimo para el desarrollo del ostión se encuentra entre 23 y 28 ppm (Vázquez y Arriaga, 1988).

El ostión japonés o del Pacífico se adecua preferentemente a los ambientes netamente marinos y estuarinos con salinidades preferentemente medias y altas y por ello se ha adaptado bastante bien a las lagunas costeras sudcalifornianas sin aportes de agua dulce. De acuerdo con las experiencias locales, se sabe que el ostión japonés *C. gigas* se desarrolla adecuadamente a salinidades de 25 a 37 ppm en su etapa juvenil y adulta, mientras que las larvas se desarrollan adecuadamente a salinidades normales de 35 a 38 ppm, tanto durante su fase libre nadadora como durante el proceso de fijación.

Oxígeno disuelto

El oxígeno es un elemento esencial para la respiración de los organismos vivos, de manera que las bajas sensibles y prolongadas de su contenido en el agua pueden ser letales para las poblaciones naturales o cultivadas. La capacidad de retención de oxígeno en el agua se relaciona además y de manera muy importante con la temperatura y la salinidad de la misma. De acuerdo con Loosanoff y Davis (1963) los límites de tolerancia para el ostión y otros moluscos van de 3 a 9.5 ppm.

Potencial de hidrógeno (ph)

El nivel de pH tiene una influencia marcada en la alimentación de las ostras y su nivel óptimo se encuentra entre los valores de 6 a 8.5 y por debajo o por encima de estos niveles el proceso de alimentación se detiene (Ramírez y Sevilla, 1965), de manera que los cambios sensibles y prolongados afectan de manera importante la supervivencia de los organismos (Palacios-Fest *et al.*, 1988). Otros autores sugieren que el rango óptimo de esta variable va de 7 a 8 unidades (Vázquez y Arriaga, 1988).

Transparencia del agua

La transparencia del agua importa en cuanto a que es indicadora de otros factores que influyen en el adecuado desarrollo de las ostras, tales como productividad primaria y disponibilidad de alimento, cantidad de sólidos en suspensión, cantidad de sustancias disueltas en el agua de mar, como es el caso de los taninos producidos por los manglares, etc.

Entre los factores que definen la transparencia del agua sobresalen positivamente, la disponibilidad de alimento como fitoplancton y materia orgánica particulada y por el lado negativo, la excesiva cantidad de sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos como arcillas, grasas, etc., que pueden provocar el taponamiento de las branquias y la depositación interna de estos elementos en forma de aglutinaciones que el organismo se ve obligado a aislar mediante la secreción de material calcáreo, formando “ampollas de lodo” en la cara interna de la concha.

Depredadores, competidores y parásitos

Entre los principales competidores de las ostras u ostiones pueden citarse a aquellos que tienen iguales requerimientos de espacio y alimento, tales como otros moluscos, esponjas, tunicados, briozoarios, etc., y de manera muy importante, algunos crustáceos como los balanos y algunas especies de macroalgas que también suelen competir por el espacio disponible.

Entre los depredadores se pueden citar diversos moluscos carnívoros y eventualmente algunos equinodermos, así como a los cangrejos y jaibas que son especialmente eficientes para alimentarse con los ostiones juveniles, además de algunos peces y rayas provistos de fuertes dentaduras y placas palatinas o vomerinas, que se caracterizan por ser extremadamente voraces con los ostiones y con otros moluscos.

Entre los parásitos de las ostras se pueden citar a hongos, flagelados, esporozoarios, turbelarios, anélidos tubícolas, tremátodos, céstodos, etc., sobresaliendo el haplosporidio *Minchinia nelsoni* o MSX, entre otros.

I.B. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

En México se cataloga al cultivo de ostión japonés *C. gigas* como Acuicultura de Alto Rendimiento, porque requiere semilla proveniente de laboratorio y se realiza en confinamientos cerrados a densidades relativamente altas. Se utilizan canastas ostioneras en sistema suspendido y/o costales y camas de cultivo en la zona intermareal.

En cambio, y como contraparte, el semicultivo del ostión americano *C. virginica* que se realiza en la región del Golfo de México, se considera como Acuicultura de Repoblación, ya que se basa en la propagación de semilla silvestre proveniente de colectores artificiales instalados en el medio natural, y tiene por objeto mantener y reforzar poblaciones naturales del recurso.

En el estado de Baja California Sur únicamente se tiene la experiencia del cultivo intensivo de ostión japonés *C. gigas*, ya sea en suspensión o en el fondo marino.

Toda la semilla de ostión japonés o del Pacífico proviene de laboratorios donde se controla y maneja el ciclo de vida de manera muy eficiente y segura. La presentación más común en el mercado es la de “semilla individual” o “semilla suelta” o “cultchless”. La tecnología de producción implica la fijación de larvas pediveliger oculadas en partículas de concha molida, principalmente de almeja voladora *Pecten vogdesi* y una vez que la semilla crece la partícula donde se ha fijado es insignificante (Mazón-Suástegui *et al.*, 1990, 1991b).

Una segunda presentación, inusual en México es la “semilla fija en concha madre”. En este caso, la tecnología implica fijar la larva en conchas de ostión o de almeja voladora. La semilla fijada en concha debe engordarse en “collares” o “sartas” que pueden ser colocadas en estructuras o postes hincados en el fondo marino o colgarse directamente de balsas de cultivo flotantes.

La semilla en concha madre crece aglomerada y con formas irregulares, por lo que el producto generalmente se comercializa desconchado, con o sin un procesamiento industrial.

La semilla individual se engorda en canastas ostioneras tipo “Nestier” ó “Mik-Piramide” y también, en costales fabricados con malla tubular de plástico que se colocan en estantes de cultivo en la zona intermareal.

La semilla individual crece “acopada” y se obtiene un producto comercial apto para su venta en fresco con una excelente presentación, conocido como “ostión de media concha”.

TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Entre los moluscos, tal vez las especies más estudiadas corresponden al grupo de los ostiones, sobresaliendo por su importancia el ostión americano *C. virginica* y el ostión japonés o del Pacífico *C. gigas*. Estas especies presentan larvas pediveliger que se fijan permanentemente al sustrato mediante una secreción cementante producida por una glándula especializada del pie.

El sustrato y la técnica de fijación van de acuerdo al tipo de semilla que se desee producir. Para obtener semilla en “concha madre” se utilizan conchas enteras de ostión o almeja voladora, que se colocan masivamente en tanques o piletas con agua de mar, alimento natural o cultivado y aireación turbulenta. Este método ha sido ampliamente utilizado en E.U.A. para la “fijación remota” de semilla en “postas rústicas”, a donde se transporta la larva pediveliger producida en laboratorios distantes (Jones y Jones, 1983). En la actualidad el avance tecnológico es tal que se puede adquirir un lote de larva y un concentrado de microalgas, preparado mediante centrifugación de cultivos frescos, hasta obtener una pasta gelatinosa que se conserva en refrigeración (Donaldson, 1987).

La larva pediveliger de ostión, debidamente empacada en ambiente frío y húmedo puede sobrevivir varios días sin que ello afecte la supervivencia o su capacidad de fijación (Mazón-Suástegui y Avilés-Quevedo, 1987). Las larvas de *C. virginica* pueden incluso almacenarse para tal efecto a una temperatura de 5 °C durante varios días.

Para obtener “semilla suelta o individual”, el sustrato ideal para la fijación es la concha de ostión y almeja voladora triturada. El proceso se realiza en el laboratorio, en charolas de falso fondo o tamices donde las larvas reciben un flujo continuo de agua de mar filtrada y esterilizada, utilizando dispositivos y procedimientos específicamente diseñados para procurar que cada larva se adhiera individualmente a una partícula de concha con un tamaño que va de 200 a 300 micrómetros y que al crecer la semilla se torna insignificante (Mazón-Suástegui *et al.*, 1990, 1991b).

La semilla suelta o individual se preengorda en cilindros de surgencia (“upwellers”) muy eficientes y de alto rendimiento, que soportan una carga biológica muy elevada. La semilla recibe un flujo continuo de agua de mar sin filtrar con alimento natural, que a veces se complementa con microalgas cultivadas masivamente en el exterior y algunas dietas artificiales (Mazón-Suástegui, 1987, 1988; Mazón-Suástegui y Avilés-Quevedo, 1987).

CENTROS PRODUCTORES

En México existen cuatro laboratorios que fueron originalmente diseñados para la producción de semilla de ostión: El Centro de Acuicultura en San Blas, Nay., el Centro Ostrícola del Estado de Sonora en Bahía Kino, Son. (hoy Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora, CREMES), el Laboratorio Productor de la Sociedad Cooperativa Bahía Falsa en San Quintín, B.C. y el Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, B.C.S.

Los Centros de San Blas, Nay. y Bahía Magdalena, B.C.S. son propiedad de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y en su momento, fueron operados satisfactoriamente, pero debido a un cambio en las políticas de gobierno, el primero fue transferido a un productor privado y el segundo está cerrado y en proceso de transferencia.

El CREMES (Bahía Kino) produce alrededor de 30 millones anuales de semilla individual de ostión Japonés, que comercializa principalmente en el estado de Sonora a una talla de 3 a 5 mm y a un precio de \$30 por millar L.A.B. en el laboratorio (com. pers. Ramos-Flores, 1995¹). El Laboratorio de la Cooperativa Bahía Falsa produce semilla individual y en concha madre principalmente con fines de autoconsumo y ha canalizado parte de sus esfuerzos a la producción de semilla de abulón.

El Centro de Bahía Magdalena, ubicado en el estero San Buto, B.C.S., destinaba su producción de semilla individual de manera exclusiva a los ostricultores del estado de Baja California Sur,

¹ Miguel Ramos-Flores, Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora, Bahía Kino, Son.

(1.16 millones en 1987, 4.43 millones en 1988, 3.26 millones en 1989 y 4 millones en 1990). Las estadísticas oficiales de la SEMARNAP muestran que durante esos años se han registrado las más altas producciones de ostión cultivado en Baja California Sur.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN INSTALADA

La capacidad instalada de la infraestructura existente es considerable, teniendo en cuenta el uso alternado de los tanques de cultivo larval disponibles (al 50%) y una densidad final de cultivo de 1 larva/ml. Los laboratorios de Bahía Kino, Bahía Falsa y Bahía Magdalena tienen, respectivamente, una capacidad instalada de 200, 60 y 10 millones de larvas pediveliger o “fijadora” por corrida.

Tomando como base una eficiencia del 20% en el proceso de fijación-preengorda, estas cifras se convierten en 40, 12 y 2 millones de semilla de 3 a 5 mm por corrida, con posibilidad de al menos 4 corridas por año; sin embargo, durante varios años de operación, estos Centros no han obtenido producciones mayores de 40, 24 y 4 millones anuales, respectivamente; al parecer las causas no son sólo de tipo técnico sino en gran medida de tipo administrativo y financiero (Arriaga-Becerra y Rangel-Dávalos, 1988).

TECNOLOGÍA DE ENGORDA

Los ostricultores sudcalifornianos cultivan en canastas ostrícolas suspendidas hasta talla comercial o preengordan la semilla en suspensión, para después engordarla a talla comercial en costales de malla plástica sobre estantes de varilla metálica en la zona intermareal, a 30 cm sobre el nivel del fondo marino.

Sin embargo, debido a las características de los sitios potenciales de cultivo que abundan en los diferentes cuerpos lagunares del Estado, tales como baja profundidad, régimen amplio de mareas, fondo marino arenoso, alta productividad primaria e intensidad de corrientes suficiente para un adecuado recambio de agua y eliminación de desechos, las nuevas tendencias tecnológicas apuntan hacia la simplificación y abatimiento de costos con el uso exclusivo de costales y estantes en la zona intermareal (com. pers. Danigo, 1995²).

A continuación se describe el Proceso de cultivo Suspensión / Fondo.

SIEMBRA

La siembra constituye el inicio del proceso de cultivo y en el caso que nos ocupa consiste en la introducción de la semilla individual en el agua, para lo cual, y debido al tamaño de la misma (generalmente 2 a 3 y 3 a 5 mm), se utiliza malla de plástico de 2 mm de luz, del tipo “Mosquitera” o “Malla-sombra”, con la cual se fabrican bolsas contenedoras de 50 x 55 cm donde se coloca la semilla a densidades iniciales de 2000 por bolsa. La siembra directa en costales en la zona intermareal demanda semilla de 7 a 9 mm.

El calendario de siembras debe ajustarse en función de las experiencias adquiridas en manejos previos, del conocimiento del régimen de temperaturas en el sitio de cultivo y de la ecofisiología de la especie, sobre todo considerando su tolerancia a las altas temperaturas del agua que suelen presentarse durante el verano en las localidades meridionales del Pacífico (Bahía Magdalena-Almejas) y del Golfo de California.

² Philip Danigo, Sol Azul, S.A. de C.V., Mazatlán, Sin.

PREENGORDA

Se denomina “preengorda” a la etapa inicial del cultivo, comprendida desde la siembra de semilla hasta la obtención de ostrillas o juveniles.

Para preengorda en suspensión (semilla de 2-3 mm), las bolsas contenedoras se colocan dentro de canastas ostrícolas superpuestas y flejadas con cabo de 3/8 de pulgada formando por lo general módulos de ocho canastas, con seis niveles útiles y dos canastas extra que hacen las veces de tapa y fijador de un flotador de poliuretano que mantendrá el módulo en suspensión. Los módulos de preengorda se amarran a “líneas largas” flotantes.

Para la preengorda directa en costales se requiere de semilla de 7 a 9 mm que pueda ser retenida en costales de 4 mm de luz de malla. Esta talla de semilla no es muy comercial en México, de manera que tiene que hacerse un pedido especial y esto incrementa los costos de producción de la misma.

El tiempo estimado para la preengorda es de uno a tres meses, considerando que no toda la población tiene un crecimiento uniforme y que algunas semillas se “disparan” en su crecimiento mientras que otras se “enanizan”. La preengorda en suspensión se inicia con una densidad de siembra de 2000 semillas de 2 a 3 mm por bolsa para finalizar mediante clareos sucesivos en 500 ostrillas o juveniles de 2 a 3 cm por bolsa. La preengorda directa en costales se inicia con una densidad de siembra de 1500 semillas de 7 a 9 mm para finalizar con ostrillas de 3 a 4 cm.

ENGORDA

La etapa de engorda comprende el manejo subsecuente de los organismos preengordados hasta la talla de cosecha, iniciando con ostrillas de 2 a 4 cm de longitud. En esta etapa del cultivo y de acuerdo a su tamaño, los organismos se mantienen en costales fabricados con malla plástica tubular, originalmente de importación pero que hoy se produce en México.

Además de las mallas planas tipo “rompevientos” y “piso avícola”, los ostricultores disponen de las mallas tubulares “ostionera” de 9 x 14 mm y “marinera” de 16 x 16 mm, que se cortan en tramos de un metro para formar los “costales” que, una vez cargados de ostrillas a una densidad de 150 a 250 por costal, se colocan sobre estantes de varilla de 0.5 pulgadas hincados en el fondo marino en la zona intermareal, donde quedan periódicamente expuestos al aire y al sol generalmente por períodos menores a cuatro horas.

Los organismos permanentemente sumergidos en el agua se alimentan durante todo el tiempo y crecen, por lo tanto, más rápidamente. Sin embargo, los que provienen de la zona intermareal están “endurecidos” por la exposición periódica al aire y al sol, su concha es más resistente y tienen una vida de anaquel más prolongada. Para aprovechar los beneficios del cultivo en suspensión y en fondo, los ostiones engordados en la zona submareal, pueden “endurecerse” en la zona intermareal durante una etapa previa a la cosecha.

COSECHA

De acuerdo con las experiencias de los ostricultores sudcalifornianos, se pueden obtener ostiones adultos comercializables a los siete meses de cultivo. Sin embargo, el tiempo estimado se extiende a nueve meses, para asegurar el completo desarrollo de los organismos de más lento crecimiento. Bajo estas circunstancias, se puede esperar la cosecha de un 15 % de la población para el séptimo mes de cultivo, del 50 % para el octavo mes y del 35 % restante para el noveno y último mes de cultivo.

PROCESAMIENTO PRIMARIO, EMPAQUE Y TRANSPORTE

Previo a su comercialización, los organismos se “purgan” en agua limpia para eliminar arena y limpiar el tracto digestivo, lo que podría considerarse una “depuración primaria”, que muy probablemente sería suficiente para fines de salud pública en la mayor parte de los sitios potenciales para cultivo en Baja California Sur. En otras localidades del país, principalmente del Golfo de México, sería indispensable una “depuración secundaria” en plantas depuradoras con circulación de agua de mar esterilizada para poder asegurar la calidad bacteriológica del producto y su aptitud para consumo humano sin riesgos para la salud pública.

Una vez concluído el proceso de purgado y/o depuración, los ostiones deben lavarse con agua de mar a presión, antes de su selección y empaque en costales, cajas o bolsas, de acuerdo a los requerimientos del mercado. El transporte del producto se realiza en ambiente húmedo y fresco, preferentemente en camiones con caja refrigerada.

I.C. MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD

El marco legal vigente en México fue conceptualizado con la idea de promover la producción pesquera y la acuicultura mediante la simplificación de las leyes, reglamentos y normas vigentes. Se ha buscado el propósito de dar certidumbre jurídica al inversionista bajo un ordenamiento transparente, sencillo y claro, así como fomentar un mayor flujo de recursos al sector pesquero para incrementar su participación en la economía nacional.

Actualmente, para llevar a cabo la captura y la acuicultura, se requiere de autorizaciones, permisos y concesiones. Las autorizaciones se enfocan a permitir la realización de actividades específicas en tiempos relativamente cortos. La vigencia de los permisos es de hasta cuatro años. Las concesiones tienen una duración mínima de cinco años y máxima de 20 años, en el caso de las capturas, y son renovables por períodos iguales al originalmente otorgado.

Las concesiones acuícolas son requeridas únicamente cuando se vayan a utilizar terrenos y aguas de jurisdicción federal y son transferibles, previa autorización de las entidades de gobierno que correspondan; tienen una duración de hasta 50 años y son renovables hasta por el mismo período originalmente asignado.

Respecto de la participación extranjera en la actividad pesquera y acuícola, aquella puede ser de hasta un 49% en las empresas de captura y de hasta el 100% en las empresas de acuicultura y en las actividades de industrialización, comercialización y distribución.

Por lo que se refiere a las cuestiones tributarias existe una exención del 50% en el Impuesto Sobre la Renta, para personas físicas, empresas privadas y sociedades cooperativas dedicadas exclusivamente a la acuicultura y se contempla la devolución del Impuesto al Valor Agregado cuando el productor acuícola paga aranceles sobre insumos. Adicionalmente, se permite la depreciación acelerada hasta por el 62% de la inversión inicial en infraestructura y hasta el 89% en maquinaria y equipo que se utilizan en la actividad pesquera.

1.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

CARACTERIZACIÓN DE LOS OSTRICULTORES

Con el nuevo marco legal definido por la nueva Ley Federal de Pesca, el ostión ya no es una especie reservada al sector social, por lo que ya no se restringe su extracción y cultivo a las sociedades cooperativas, sino que puede realizarse por cualquier persona física o moral que cumpla con las disposiciones en vigor.

VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

Los volúmenes y valores de la producción de ostión cultivado en el período de 1986 a 1994 se presentan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1.- Volúmenes de producción ostrícola en Baja California Sur para los años 1986-1994 (tomado de la Delegación Federal de la SEMARNAP en B.C.S.).

Año	Ostión vivo (t)	Semilla de Ostión (millones de piezas)
1986	150.0	0.00
1987	250.0	1.16
1988	235.0	4.43
1989	200.0	3.26
1990	260.0	4.00
1991	58.0	0.00
1992	100.0	0.25
1993	10.0	0.30
1994	10.8	0.00

Tabla 2.- Valor de la producción ostrícola en Baja California Sur para los años 1986-1994.

Año	Ostión vivo \$Miles (a)	Semilla de Ostión \$Miles (b)
1986	900	0
1987	1500	34.8
1988	1410	132.9
1989	1200	97.8
1990	1560	120.0
1991	346	0
1992	600	7.5
1993	90	9
1994	108	0

(a) Delegación Federal de la SEMARNAP en B.C.S.

(b) Precio actualizado: \$ 30.00 / millar.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN

Hasta 1988, en Baja California Sur se tenían registradas 11 unidades de producción del sector social, con un total de 719 socios ostricultores que informaban de la posesión de 128000 canastas ostrícolas y 100 camas de cultivo; de donde se deduce una capacidad instalada para la producción de 1082 toneladas anuales de ostión cultivado, en las localidades de Bahía Tortugas y en los esteros de El Coyote, La Bocana, El Cardón, Las Botellas, Las Vacas, Los Prados y el Médano Amarillo,

en la costa del Pacífico, y el estero San Lucas en la costa del Golfo de California (Arriaga-Becerra y Rangel-Dávalos, 1988).

A la fecha, la actividad ostrícola ha decaído sensiblemente, en gran medida por la falta de inversión y por las limitaciones del mercado de exportación, que exige la certificación de los cuerpos de agua y del producto cultivado. Además, el régimen proteccionista de los Estados Unidos de América ha buscado de una u otra forma favorecer a sus productores y se han puesto numerosas trabas y requisitos para la exportación del ostión vivo producido en México.

I.E. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

El ostión cultivado en Baja California Sur se comercializa siguiendo las tendencias y requerimientos del mercado regional y nacional ya establecido, es decir, con una presentación en vivo para su venta por pieza, por docena o por arpilla. Como una alternativa, algunos productores han optado por vender el producto desconchado y empacado en recipientes de plástico con sellado hermético, ya sea por pieza, por kilogramo, por litro o por galón.

Ostión fresco en su concha

En el mercado nacional el ostión de cultivo individual se transporta y comercializa en costales de yute o arpillas de 35 a 40 kg. En cambio, para el mercado de exportación el ostión individual se empaqueta en cajas de madera y se coloca una etiqueta donde se especifica el contenido, cantidad, nombre del productor y la clave del registro sanitario.

Este producto proviene por lo general del cultivo intensivo con semilla suelta y un manejo y selección adecuados para su presentación en “media concha” (Arriaga-Becerra y Rangel-Dávalos, 1988) y es la forma de presentación más usual en el noroeste del país, incluido el estado de Baja California Sur.

Ostión fresco desconchado

Para esta presentación el ostión se desconcha manualmente, se empaqueta en bolsas de plástico con agua y se transporta con hielo. Este producto proviene, por lo general, de cultivos semi-intensivos y extensivos en los cuales la concha es utilizada como sustrato de fijación y cuyas tallas pequeñas no son aptas para su venta individual por las condiciones de hacinamiento en que se producen (Arriaga-Becerra y Rangel-Dávalos *op cit.*).

Este sistema de comercialización se ha utilizado en Baja California Sur para los ostiones individuales cultivados en canastas y en costales, cuando se presentan tallas pequeñas o muy variables y deformidades importantes, así como para el producto de los cultivos en suspensión con semilla fijada en “concha madre”.

Ostión procesado

Por lo general este tipo de presentación no es común en México ni en Baja California Sur. De manera limitada se puede encontrar ostión ahumado y enlatado en aceite vegetal en algunas localidades de Sinaloa, Veracruz y Tabasco (Arriaga-Becerra y Rangel-Dávalos, 1988).

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Los canales de comercialización para la producción pesquera en México se encuentran bien definidos, al menos en el aspecto general, y concentran la producción en distribuidores mayoristas en los tres principales centros de población del país (México, D.F., Guadalajara y Monterrey). Los productos de la pesca y la acuicultura son comercializados normalmente a través de introductores que venden a mayoristas, éstos a su vez venden a los restaurantes o a cadenas de autoservicios, de manera que la red de comercialización que se establece para llevar el producto desde el productor hasta el consumidor final, puede llevar en su proceso la intervención de hasta tres elementos, entre distribuidores (intermediarios), mayoristas y detallistas.

En el caso particular del ostión japonés cultivado, los ostricultores sudcalifornianos han comercializado su producto en el mercado local y estatal, así como en las plazas antes mencionadas, haciendo trato directo con intermediarios, mayoristas, detallistas (incluyendo hoteles y restaurantes) e inclusive con los mismos consumidores, con objeto de ahorrarse uno o más pasos en la comercialización, ya que es común que los intermediarios tengan un margen de utilidad del 16 al 18%.

Lo anterior ha sido posible en función de que los proyectos que se han establecido han sido de baja escala. Los proyectos que demanda el desarrollo acuícola regional deberán tener un escalamiento mucho mayor, con formas de presentación, normas de calidad y canales de comercialización perfectamente definidos y enfocados tanto al mercado nacional como al internacional.

II. POTENCIAL DEL CULTIVO

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

ÁREAS DE CULTIVO DISPONIBLES

El Inventario Nacional de Cuerpos de Agua registra la existencia de 1.6 millones de hectáreas de aguas costeras protegidas susceptibles de aprovechamiento para la maricultura de ostión, almeja, mejillón, abulón y peces marinos (SEPESCA, 1990). El estado de Baja California Sur tiene una extensión territorial de 73767 kilómetros cuadrados, que representan el 3.7% del total nacional, pero cuenta con una vasta extensión de mar patrimonial, con un litoral de 2200 Km (aproximadamente 1500 Km sobre el Océano Pacífico y 700 Km en el Golfo de California) que contiene numerosas bahías y sistemas lagunares, que permiten identificarlo como la entidad con mayor potencial pesquero del país; sin embargo, su participación en la producción pesquera nacional no es muy significativa, representando apenas el 4.94% (SEPESCA y Gobierno del estado de Baja California Sur, 1994).

El estado tiene un gran potencial acuícola, debido fundamentalmente al número y extensión de sus cuerpos de agua. La superficie de sus lagunas costeras se calcula en 224000 ha, equivalentes al 14.2 % del total nacional de aguas protegidas. Estimaciones preliminares de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), establecen la existencia de 8000 hectáreas que se pueden utilizar para el cultivo de ostión y de otros moluscos en el fondo marino y en artes suspendidas (SEPESCA y Gobierno del estado de Baja California Sur, 1994).

En el proyecto “Parque de maricultivos en Baja California Sur”, realizado por una firma consultora (CODISSA) para la Secretaría de Pesca, hoy SEMARNAP, se evaluaron las posibilidades del cultivo de ostión y almeja catarina en la zona norte de Bahía Magdalena y el sistema lagunar de Santo Domingo. Para los efectos de proyección del parque en un tamaño manejable y funcional, se seleccionaron 1553 ha para el cultivo de ostión y de almeja catarina en el fondo marino. Para ostión en fondo se destinaron 593 ha, en los sitios conocidos como Los Prados (147 ha), Santa Elena (361 ha) y Santa Elenita (85 ha) y para la almeja catarina se destinaron 960 ha en los sitios conocidos como Los Títeres (50 ha), La Florida (375 ha) y las Víboras (535 ha). Sin embargo, esta selección tuvo su origen en un subtotal de 2581 ha disponibles de manera compartida para almeja catarina y ostión, que a su vez fueron seleccionadas de un total de 3726 ha en 38 sitios potenciales que fueron evaluados en esta región del Estado (SEMARNAP-CODISSA, 1994).

Durante los estudios del parque de maricultivos no se evaluaron o bien se descartaron muchos sitios importantes, porque era necesario ubicarlo en un área geográfica específica para que el parque pudiera funcionar como tal. Sin embargo, en la costa del Pacífico existen otros sitios potenciales en la Laguna Ojo de Liebre, Bahía Tortugas, Laguna San Ignacio, La Bocana, etc., que a la fecha no han sido evaluados. En el caso concreto del estero El Cardón, colindante al sur con la Laguna San Ignacio, existe un proyecto de la empresa Sol Azul, S.A. de C.V. que está solicitando la concesión de 200 ha, para el cultivo intensivo de ostión en costales y estantes en la zona intermareal, en el entendido de que sólo 50 ha son técnicamente apropiadas para la instalación física de las artes de cultivo, de modo que puedan exponerse al aire y al sol, durante períodos adecuados (Fuente: SEMARNAP, Delegación Federal en B.C.S.).

VOLUMEN POTENCIAL ANUAL

Cuando se evalúan los potenciales de alguna actividad productiva en proceso de expansión como es el caso de la maricultura y concretamente del cultivo de ostión japonés *C. gigas*, se corre inevitablemente el riesgo de subestimar o sobreestimar dicho potencial. Por esta razón, se ha realizado una evaluación técnica basada en información oficial de la SEMARNAP y en las experiencias empíricas de los productores, habiendo incorporado en el análisis diversos criterios, tanto biológicos como tecnológicos y ecológicos, que se presentan a continuación.

En el presente estudio, las estimaciones del potencial ostrícola se basaron en la utilización de costales de cultivo de 1.0 x 0.5 m, colocados sobre camas o estantes en la zona intermareal. Cada costal tiene una capacidad media para alojar 200 ostiones de talla comercial. Para efectos del cálculo se consideró que un ostión, además del área física que ocupa en función de sus dimensiones, requiere de un área biológica que está representada por el espacio mínimo para desarrollar eficientemente sus funciones de alimentación y eliminación de desechos metabólicos, ya sea a nivel individual o colectivo.

Para efectos de cálculo se consideró, también, que la ejecución de un “proyecto tipo” de cultivo de ostión *C. gigas* en estantes y costales de engorda en la zona intermareal, requiere de un área concesionada para llevarse a cabo, y que dentro de esa área, las artes de cultivo deben cambiar de ubicación en cada ciclo de engorda o a partir de cada siembra, a fin de evitar la degradación del fondo marino por acumulación continua de desechos de los organismos. Siguiendo este criterio, se definió que el área concesionada para el cultivo no puede limitarse al área donde físicamente se instalen las artes de cultivo, sino que se requiere de un área técnicamente asociada a la población de organismos en cultivo.

Derivados de estos razonamientos y de las experiencias empíricas de los ostricultores del Estado, se definieron los siguientes parámetros técnicos para un “proyecto tipo” de cultivo de ostión *C. gigas* con el sistema de estantes y costales en la zona intermareal:

Área física ocupada por un ostión adulto de talla comercial (10 x 5 cm) = 50 cm²

Área biológica requerida por un ostión adulto de 10 cm (proporción 1 : 4) = 200 cm²

Área técnicamente asociada para el cultivo de un ostión adulto 10 cm (1 : 4) = 800 cm²

Por otro lado, en función de la magnitud del área concesionada, de la intensificación del cultivo y de las características del cuerpo de agua receptor, podría ser necesaria un *área de amortiguamiento*, en la que no deberían autorizarse otras concesiones acuícolas similares. El área de amortiguamiento debería preferentemente considerarse en espejo de agua y *no necesariamente en la zona intermareal*, para que de esta manera se puedan aprovechar las áreas que, por su batimetría y en función del régimen de mareas existente, puedan ser utilizables para el cultivo de ostión japonés y de otras especies marinas bentónicas.

El peso del ostión *C. gigas* de una determinada talla depende del factor de condición y éste varía a lo largo del año conforme lo hace la madurez gonadal, de manera que un ostión de 10 cm de longitud puede tener un peso total de 60 a 120 g, según se encuentre maduro o desovado. Para salvar el problema inherente a esta variabilidad peso/longitud, se optó por tomar en cuenta las experiencias de los ostricultores sudcalifornianos y analizar información técnica de campo (Castro-Moroyoqui *et al.*, 1987), a partir de la cual se pudo estimar un peso promedio *inter-cosechas* del ostión cultivado, de 55 g a los siete meses, de 60 g a los ocho meses y de 75 g a los nueve meses de cultivo. El factor de conversión para *C. gigas* es del 16.6% de carne (Ikenoue y Kafuku, 1992).

Tomando en cuenta esta información y los cálculos precedentes, en una hectárea de zona intermareal apta para el cultivo en costales y estantes, con buen recambio de agua y alta productividad primaria, se podrían producir 125000 de ostiones de 9-10 cm de longitud promedio y 75 g de peso promedio en nueve meses de cultivo. Mediante siembras periódicas a lo largo del año se podrían lograr 1.33 cosechas/año, de manera que la productividad se podría elevar a 166625 ostiones / ha / año. Esto representaría un rendimiento de 12.5 toneladas de ostión en concha o 2.08 t de pulpa de ostión por cada hectárea concesionada al cultivo.

Se puede plantear un segundo escenario, similar en rendimientos al anterior, pero con un solo ciclo de cultivo por año y una producción de 125000 ostiones por hectárea concesionada, considerando que los organismos cultivados alcancen en un tiempo máximo de un año, una talla comercial promedio de 10 cm y un peso comercial promedio de 100 gramos. En este caso, también, se obtendrían rendimientos anuales de 12.5 t de ostión en concha ó 2.08 t de pulpa de ostión por cada hectárea concesionada al cultivo.

En ambos escenarios la carga biológica por unidad de área es razonablemente baja, ya que equivale al 45% de la carga máxima que permite la Norma Oficial Francesa para la ostricultura en aguas templado-frías, donde el ostión tarda de 2 a 3 años en alcanzar la talla comercial (com. pers. Danigo, 1995³). El razonamiento aplicado al respecto es que el ostión japonés *C. gigas* crece dos a tres veces más rápido en las aguas templado-tropicales de Baja California Sur que en los países europeos y su demanda metabólica debe ser mayor, tanto en lo que se refiere al consumo de oxígeno y necesidades de alimento como en la producción de excretas y otros desechos metabólicos.

³ Philip Danigo, Sol Azul, S.A. de C.V., Mazatlán, Sin.

Coincidiendo con las estimaciones del presente estudio, para la proyección del Parque de Maricultivos en el estado de Baja California Sur, se calcularon rendimientos de 12 t de ostión en concha por hectárea. La base de cálculo para estas estimaciones, se fundamentó en los siguientes parámetros técnicos (SEMARNAP-CODISSA, 1994).

Ostión *C. gigas* cultivado en costales :

200 ostiones/costal y 6 costales/cama = 1200 ostiones/cama

100 camas/ha y 1200 ostiones/cama = 120000 ostiones/ha

100 g de peso/ostión y 120000 ostiones = 12000 kg/ha

Con estas estimaciones de rendimientos y los trabajos de campo previos, para la selección de sitios aptos para el cultivo, SEMARNAP-CODISSA (1994) calcularon la producción estimada por tipo de cultivo (tabla 3), en la que también se incluye la almeja catarina *A. circularis*.

Tabla 3.- Producción estimada de ostión por tipo de cultivo en diferentes localidades de Baja California Sur (tomado de SEMARNAP-CODISSA, 1994).

Localidad	Tipo de cultivo	ha	Prod. estimada (t/año)
Hombres Solos	Fondo/ostión	65	780
El Gato	Fondo/ostión	73	876
Los Prados	Fondo/ostión	147	1764
Santa Elena	Fondo/ostión	361	4332
Santa Elenita	Fondo/ostión	85	1020
Los Titeres	Fondo/almeja	50	8125
La Florida	Fondo/almeja	375	60938
Los Vivoras	Fondo/almeja	535	86938
San Buto Sur	Fondo/ostión	279	3348
San Buto Norte	Suspensión/ostión	81	2187
El Chisguete	Fondo	530	-

Con todos estos antecedentes, el volumen potencial anual de cultivo de ostión para Baja California Sur se ha estimado en tres diferentes escenarios:

a) En las 593 ha seleccionadas para el parque de maricultivos (SEMARNAP-CODISSA, 1994) se tendría una producción anual de 7412 t de ostión en concha o 1233.4 t de pulpa de ostión, a las que habría que agregar las 470 t de ostión en concha que contempla el proyecto de cultivo de la empresa Sol Azul en el estero El Cardón.

b) Utilizando un 50% de las 2260 (1130) ha potencialmente concesionables, para el cultivo de ostión japonés y de almeja catarina (SEMARNAP-CODISSA, 1994), se producirían anualmente 14125 t de ostión en concha o 2350 t de pulpa de ostión.

c) Finalmente, si se considera un 25% de 8000 ha teóricamente disponibles para el cultivo de moluscos en fondo y en suspensión (SEPESCA y Gobierno del estado de Baja California Sur, 1994) se podrían producir 25000 toneladas anuales de ostión en concha o 4165 toneladas de pulpa de ostión en 2000 hectáreas de cultivo.

Estas estimaciones se consideran razonablemente moderadas, en virtud de que la producción estimada sería equivalente al 10.6% de la producción acuícola promedio de *C. gigas* en Japón en años recientes (Ikenoue y Kafuku, 1992).

II.B. APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

Demanda esperada

Producir 25000 toneladas anuales de ostión en 2000 hectáreas de zona intermareal concesionadas y considerando el escenario teórico de un solo ciclo de cultivo por año, representaría un total de 250 millones de ostiones de talla comercial (10 cm y 100 g), que representarían una demanda anual de 416.6 millones de semillas individuales, que tendrían que producirse en los laboratorios nacionales o importarse ya que actualmente no existe esta disponibilidad.

Alternativas de producción

Para cubrir el requerimiento de semilla se necesitaría de un laboratorio como el CREMES de Bahía Kino, Sonora, pero en este caso funcionando muy eficientemente durante todo el año, es decir, produciendo 10 corridas anuales de 40 millones de semillas individuales.

Una segunda alternativa más viable sería complementar la capacidad de producción de larvas del CREMES con una red de *Laboratorios de Fijación de larva oculada o "fijadora"* con las instalaciones indispensables para producir semilla individual.

Estas instalaciones no serían "postas rústicas simples" como las que se utilizan para la fijación de semilla "en concha madre", sino que su diseño y operación se ajustaría más al modelo de unidades de producción con instalaciones y equipos para el cultivo de microalgas, fijación individual de larvas y preengorda de semilla en dos fases, primeramente en cilindros de surgencia en sistema abierto (fase I) y posteriormente en artes suspendidas en el mar (fase II), con objeto de abatir los costos de bombeo. Se deberá contar con un área húmeda para selección de tallas, control de calidad y cuarentena previa a la comercialización de la semilla.

Por otro lado, la SEMARNAP tiene actualmente dos centros productores de semilla de moluscos que se encuentran cerrados y en vías de transferencia al sector productivo. Uno de ellos es el Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, B.C.S., que en su momento produjo semilla de ostión *C. gigas*, almeja catarina *Argopecten circularis* y abulón azul *Haliotis fulgens* y el otro es el Centro de Acuicultura en Bahía Tortugas, B.C.S., que se ha dedicado exclusivamente a la producción de semilla de abulón *H. fulgens* (Mazón-Suástegui *et al.*, 1992).

Ambas instalaciones se podrían adecuar para un re-inicio de operaciones con el enfoque de la producción de semilla de abulón, ostión y otros moluscos bivalvos nativos potencialmente cultivables y de hecho ya se han realizado estudios de prefactibilidad para el Centro de Bahía Tortugas (France Aquaculture, 1985b).

MATERIALES DE CULTIVO

Materiales requeridos

Entre los materiales que se requerirían para desarrollar el potencial de la ostricultura destacan las mallas tubulares de plástico con las cuales se manufacturan los costales de preengorda y de

engorda, así como canastas ostrícolas, cabos, e hilos de nylon, boyas, que no se producen localmente y deben importarse o adquirirse en el interior del país.

Otros materiales que demandaría la actividad son la varilla corrugada o la tubería ABS para la fabricación de los estantes o estructuras donde se soportan los costales de engorda y otros materiales diversos de construcción que aunque no se producen localmente, su oferta es ilimitada.

Opciones de producción local

En Baja California Sur no existe una industria que pueda proveer los materiales de cultivo y mucho menos la maquinaria necesaria para optimizar los trabajos y hacer eficiente tecnológica y económicamente la ostricultura en el nivel que indica el potencial calculado. Sin embargo, se considera que este desarrollo podría darse a la par, principalmente para la producción de mallas tubulares.

EQUIPO Y MAQUINARIA

Maquinaria de trabajo y plantas industriales

Entre la maquinaria de trabajo requerida destacan las bombas de agua, tractores montacargas, bandas de transporte, seleccionadoras y, en su caso, desconchadoras mecánicas que en su momento se pudieran utilizar para procesar grandes volúmenes y obtener un producto apto de concentrados y enlatado en plantas industriales.

Debido a lo especializado de su diseño y al tipo de materiales con que se construyen, la mayoría de estos equipos tendrán que ser importados.

MANO DE OBRA

Generación de empleos

Con base en información del Departamento de Acuicultura de la Delegación Federal de la SEMARNAP en el Estado de Baja California Sur y en los cálculos anteriormente desarrollados, se considera que un “Proyecto Tipo” para producir 500 toneladas de ostión en su concha, generaría 35 empleos directos, considerando el apoyo de maquinaria para facilitar las diferentes operaciones del cultivo, procesamiento primario y empaque.

De acuerdo al potencial de producción ostrícola, anteriormente estimado, se requerirían 50 “Proyectos Tipo” de 500 toneladas anuales, que generarían 1750 empleos permanentes, incluyendo 50 jefes de producción, 100 responsables de área, 1400 ostricultores y 150 puestos administrativos. Es de suponer la demanda de un 20% adicional de mano de obra eventual y una cantidad importante de empleos indirectos y derrama económica asociada.

Con las actividades de engorda se tendrían que incrementar las instalaciones para la producción de semilla en condiciones controladas, ya sea de ciclo completo o mediante un sistema de “Fijación Remota” que exigiría un mayor control técnico e infraestructura para la producción de semilla individual.

Disponibilidad local de mano de obra especializada

Si en alguna entidad federativa del país existe disponibilidad de mano de obra especializada en cultivos marinos es precisamente en Baja California Sur, dado que existen todos los niveles de la pirámide educativa. Por esta razón se estima que no existirían problemas para disponer de los

cuadros técnicos directivos, aunque se requeriría de capacitación y entrenamiento para los obreros y técnicos de campo.

II.C. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICABLES

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

El porcentaje de larva pediveliger que se logra fijar y sobrevive a la metamorfosis y desarrollo juvenil temprano es un indicador de la eficiencia de un laboratorio productor y depende de la salud y vigor de las larvas fijadoras, de la calidad bacteriológica del agua de mar utilizada y del alimento microalgal empleado y, en lo general, de su tecnología de fijación y preengorda.

Al respecto, SEPESCA (1988) informa de un 10 % de fijación promedio para los laboratorios de Bahía Kino, Son. y Bahía Falsa, B.C. Ríos-Arias (1990) comenta que, entre los laboratorios mexicanos productores de semilla de ostión, el más alto índice de fijación corresponde al Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, B.C.S. donde de hecho se alcanzaron eficiencias de fijación que van de un mínimo de 15.3% a un máximo de 57%, aún después de haber aplicado un control de calidad consistente en eliminar un 15% de la semilla, para eliminar a los individuos con una menor tasa de crecimiento (Mazón-Suástegui y Avilés-Quevedo, 1987; Mazón-Suastegui, *et al.*, 1991b).

La comparación de cifras permite prever un incremento sensible en la producción de semilla si se optimiza la tecnología de fijación larval.

Por otro lado, el alto nivel de endogamia que al parecer existe en la población ostrícola nacional de *C. gigas*, de la cual provienen los reproductores del laboratorio de Bahía Kino, ha conducido a la producción de semilla con un alto porcentaje de mortalidad y enanismo. Esto ha afectado de manera importante a los ostricultores sudcalifornianos (Castro-Moroyoqui *et al.* 1987).

Estrategias de Optimización

México cuenta con tecnología e infraestructura adecuadas para el despegue fuerte de la ostricultura, pero realmente se encuentra sub-utilizada o sub-optimizada por causas de orden técnico y administrativo que restringen su productividad (Arriaga-Becerra y Rangel-Dávalos, 1988).

Se deben mejorar sustancialmente los sistemas de tratamiento del agua y el control bacteriano, renovar y mantener una población de reproductores certificados, con historial genético conocido, y llevar un control de los mismos por parte de un Centro Productor o de Investigación, hacer eficiente la tecnología de fijación y preengorda y aplicar medidas estrictas de control de calidad en la semilla producida, para evitar que los ostricultores pierdan tiempo, dinero y esfuerzo en el manejo de lotes de semilla con alto porcentaje de “enanismo”.

Se requiere además, buscar nuevas alternativas para la producción de semilla y una de ellas es la “Fijación Remota” de larva fijadora proveniente de laboratorios nacionales o extranjeros, en laboratorios de ciclo incompleto o “Postas de Fijación / Preengorda”, usando inductores de fijación (Coon *et al.*, 1985).

La base tecnológica de la fijación remota es ampliamente conocida y está representada por las numerosas postas rústicas para semilla de ostión en concha madre que se emplean desde hace muchos años en Canadá, Estados Unidos de América y países europeos (Jones y Jones, 1983).

El CREMES de Bahía Kino puede y debería potenciar su productividad enlazándose con una red de pequeños y medianos laboratorios de ciclo incompleto dedicados, al menos parcialmente, a la fijación y preengorda en diferentes localidades de Sonora, Baja California y Baja California Sur.

Los Centros de Acuicultura que tiene la SEMARNAP en Bahía Tortugas y Bahía Magdalena B.C.S., se pueden adaptar muy fácilmente para este propósito, al igual que los varios centros de recepción de productos pesqueros diseminados por todo el Estado y actualmente sin uso o inadecuadamente utilizados o sub-utilizados.

ENGORDA

En términos generales, la biotecnología de engorda en el litoral del pacífico está muy dominada y la problemática se circunscribe de manera prioritaria la obtención de semilla de alta calidad y a las trabas que existen para la exportación del producto.

Estrategias de optimización

La optimización tecnológica en la ostricultura debe incluir la manipulación genética ya que mediante selección y entrecruzamiento ha sido posible obtener líneas puras, como la Milford “High Line” y la “MSX Resistant” de la Rutgers University, cuyo crecimiento es mayor en un 35.5 y 42%, respectivamente, al de las poblaciones control (Hawes *et al.*, 1989).

El desove de los organismos cultivados durante el verano es otro de los grandes problemas de la ostricultura, ya que se abate drásticamente el factor de condición y en consecuencia su sabor y textura, lo cual hace que disminuya el precio en el mercado. En la costa oeste de E.U.A. las ventas decrecen hasta en un 70% durante la temporada reproductiva y en México sucede algo similar.

Una alternativa al respecto es el cultivo de ostión triploide, también conocido como “Ostión Mula” o “Four Season Oyster”, especialmente adecuado para regiones tropicales porque no se reproduce y conserva su factor de condición y calidad bromatológica durante todo el año, con la ventaja de que la energía que no se canaliza a la reproducción puede utilizarse para el crecimiento.

La triploidía se induce mediante el tratamiento de los óvulos recién fecundados por medio de presión, temperatura o agentes químicos, entre los que destaca la aplicación de citocalasina-b. El dominio tecnológico es tal que en E.U.A. ya se produce y comercializa larva fijadora y semilla de ostión triploide.

II.D. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR Y NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

ORGANIZACIÓN DEL SECTOR

La organización del sector ostrícola prácticamente no existe, ya que cada uno de los productores es independiente y no se aprecia coordinación de acciones similares a las observadas en los ostricultores sonorenses, que incluso comercializan en los Estados Unidos de América a través de una asociación estatal de productores.

El esquema de “parques ostrícolas” que promueve la SEMARNAP, en el cual se pretende agrupar a los ostricultores instalados en una localidad o región específica, compartiendo algunas instalaciones, equipos y sistemas de producción, permitiría manejar economías de escala mediante

la compra global de insumos, materiales, equipos e innovaciones tecnológicas, construcción y operación de plantas industriales para el procesamiento primario, depuración y empaque del producto, así como el establecimiento de contratos y canales de comercialización en bloque.

NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Como la ostricultura en Baja California Sur es actualmente una actividad marginal, se tendría que capacitar al personal, principalmente a los técnicos de campo y a los oficiales ostricultores.

La producción de semilla tendría asociada, a su vez, una demanda de capacitación con un perfil más especializado. Al respecto, el CREMES de Bahía Kino, Son., imparte cursos de capacitación que podrían ser complementados en su caso con estancias de aprendizaje.

OPCIONES DE CAPACITACIÓN

México cuenta con tecnología y experiencia para la producción de 26 especies biológicas y entre los moluscos destaca el ostión. Por otro lado, y para apoyar el desarrollo tecnológico futuro de la actividad acuícola, se dispone en el país de 57 instituciones que realizan investigaciones en las áreas de genética, nutrición, sanidad y producción, entre otras, y la mayoría de ellas se ubican en las entidades federativas del noroeste (SEPESCA, 1990).

Entre estas entidades destaca de manera importante el estado de Baja California Sur, donde existe toda una gama de posibilidades para la investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el área de Biología Marina y Acuicultura. A nivel medio y medio superior existen la Secundaria Técnica Pesquera que imparte la especialidad en Acuicultura y el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar del que egresan Técnicos Profesionales en Acuicultura.

A nivel superior se cuenta con un Instituto Tecnológico del Mar, del que egresan Ingenieros en Acuicultura, la Universidad Autónoma de Baja California Sur, donde se imparte la carrera de Biología Marina y la Maestría en Acuicultura, el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN, que ofrece Maestría y Doctorado en Ciencias Marinas con formación en Acuicultura y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., donde se ofrece el Doctorado en Ciencias con formación en Acuicultura.

En estas instituciones locales de docencia e investigación se pueden diseñar y llevar a cabo diversos cursos específicos de capacitación. El CIBNOR, S.C. ha realizado algunas experiencias al respecto y tiene la capacidad científica y tecnológica, principalmente en las áreas de cultivo de moluscos, camaricultura y nutrición acuícola.

De cualquier manera, es claro que existen a nivel local y regional los especialistas y la infraestructura necesaria para capacitar personal especializado en los trabajos de producción de semilla y de engorda.

II.E. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

En términos generales el marco legal y normativo se ha flexibilizado para dar cabida a la inversión privada, lo que representa de por sí un avance muy importante. Sin embargo, se aprecia claramente la necesidad de que las dependencias federales y estatales de gobierno relacionadas con la acuicultura, establezcan programas de extensionismo acuícola y promuevan entre los productores e industriales, proyectos tipo de producción ostrícola.

Además de la falta de promoción y apoyo real a la actividad, el ostricultor potencial en Baja California Sur se enfrenta a una gran limitación de crédito y un alto costo del dinero, con largos y tediosos trámites para permisos, concesiones, certificación sanitaria, etc., situación que debe ser revertida si realmente se desea promover la ostricultura.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIAGA-BECERRA, R.E. & C. RÁNGEL-DAVALOS. 1988. *Diagnóstico de la Situación Actual y Perspectivas del Cultivo de Ostión en México*. Secretaría de Pesca. Dir. Gral. de Comunic. Social. 95 pp.
- CÁCERES-MARTÍNEZ, C. & S. GARCÍA-BUSTAMANTE, 1990. Cultivo piloto de ostión *Crassostrea gigas* T., en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía Magdalena, B.C.S.: Influencia de la densidad sobre el crecimiento. 162-169. *En: De la Lanza-Espino, G. & J.L. Arredondo-Figueroa (Comp). La Acuicultura en México; de los Conceptos a la Producción*. UNAM.
- CASTRO-MOROYOQUI, P., J.F. GONZÁLEZ-SÁNCHEZ & J.L. VERDUGO-HERNÁNDEZ. 1987. Informe de actividades del apoyo técnico a las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, Acuaculturales y Ejidales del Pacífico-Norte y Golfo de California (Ciclo 1985-1986). *Documento Interno. Del. Fed. SEPESCA*. Edo. Baja California Sur.
- COON, S.L., D.B. BONAR & R.M. WEINER. 1985. Induction of settlement and metamorphosis of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), by L-Dopa and catecholamines. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 94: 211-221.
- DONALDSON, J. 1987. Overview of an operating oyster hatchery. *IV Alaska Aquacult. Conf.:* 77-81
- FRANCE AQUACULTURE, 1985-b. Estudio de potencialidad en materia de acuicultura del Estado de Baja California Sur. Estudio de prefactibilidad para Bahía Tortugas. *Documento Interno. SEPESCA/Fondepesca*. México. 75 pp.
- GALTSOFF, P.S. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fish. Bull. Fish Wildl. Serv.* 64. 354 pp.
- GRIZEL, H. 1993. World bivalve culture. *World Aquacult.* 24 (2): 18-23.
- HAWES, R.O., H. HIDU, K.C. SCULLY & C.V. DAVIS. 1989. Genetic studies on the American oyster. *Abs. 9th Ann. Shellfish Biol. Seminar*. Sponsored by U.S. N.M.F.S.M. Milford, Conn.
- IKENOUE, H. & T. KAFUKU. 1992. *Modern Methods of Aquaculture in Japan*. Kodansha Ltd. Elsevier Science Publishers B.V. 272 pp.
- JONES, G. & B. JONES. 1983. Methods for setting hatchery produced oyster larvae. Prepared for Marine Resource Branch. Ministry of Environment. Province of British Columbia. *Information Rep.* 4. 94 pp.
- LOOSANOFF, V.L. & H.C. DAVIS. 1963. Rearing of bivalve molluscs. *Adv. Mar. Biol.* 1: 2-136.
- MAZÓN-SUÁSTEGUI, J.M. 1987. Diseño y operación inicial del Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Res. II Congr. Asoc. Mex. Acuicult.*

- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1988. Manual de operación inicial del Centro de Acuicultura en Bahía Magdalena, Baja California Sur. Documento Interno. Proyecto Cultivos Marinos/Moluscos. CIBNOR, S.C. 35 pp.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. 1990. El Cultivo de moluscos en Baja California Sur, estado actual y perspectivas. *Documento Interno*. CIBNOR, S.C. 30 pp.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M. & M.A. AVILÉS-QUEVEDO. 1987. La producción de semilla de ostión en Baja California Sur, México. *Res. II Congr. Asoc. Mex. Acuacult.*
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., V.A. RÍOS-ARIAS, J.R. RIVERA-LUCERO & M.A. AVILÉS-QUEVEDO. 1990. La producción de semilla de ostión en el Centro de Acuicultura de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México (1987-1988). *Ser. Cient.* UABCS. 1.(No. Esp. 1 AMAC) : 30-37.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., M.A. AVILÉS-QUEVEDO, M.A. RIVERA-LUCERO, J.R. & V.A. RÍOS-ARIAS. 1991-a. Advances on the pilot production of catarina scallop *Argopecten circularis* seed in a mexican shellfish hatchery. *Abs. 22th Ann. Conf. World Aquacult. Soc.* 42.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., J.R. RIVERA-LUCERO, V.A. RÍOS-ARIAS & M.A. AVILÉS-QUEVEDO. 1991-b. Cultchless setting Pacific oyster *Crassostrea gigas* larvae in a mexican shellfish hatchery. *Abs. 22th Ann. Conf. World Aquacult. Soc.* 42.
- MAZÓN-SUASTEGUI, J.M., L.A. BAZUA-SICRE, G. LUCERO-MARTÍNEZ, & R. RODRÍGUEZ-RAMOS. 1992. Abalone seed production in the laboratory. 561-569. *En: Shepherd S.A., M.J. Tegner & S.A. Guzmán-del Proo. (Eds). Abalone of the World, Biology, Fisheries and Culture.* Fishing News Books. Part IX.
- PALACIOS-FEST, M.R., J.M. MAZÓN-SUASTEGUI, S. GARCÍA-SANDOVAL, M. DIEGO-PERALTA, J.C. ESTRADA-ORTEGA, A.A. ALTAMIRANO-SAUCEDO. & J. PÉREZ-FLORES. 1988. Manual Técnico para la Operación de los Centros Acuícolas Productores de Ostión. SEPESCA. Dir. Gral. Comunic. Social. México. 324 pp.
- RAMÍREZ-FILIPPINI, D., J. CHAVÉZ-VILLALBA & C. CÁCERES-MARTÍNEZ. 1990. Cultivo de ostión en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía de La Paz, B.C.S. Estudio comparativo de crecimiento y resistencia con el cultivo en suspensión. 152-161. *En: De la Lanza-Espino, G. & J.L. Arredondo-Figueroa (Comp). La Acuicultura en México; de los Conceptos a la Producción.* UNAM.
- RAMÍREZ, G.R. & M.L. SEVILLA. 1965. Las ostras de México, datos biológicos y planeación de su cultivo. *INBP-SIC. Publ.* 7. 100 pp.
- RÍOS-ARIAS, V. A. 1990. La producción de semilla de ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en México: estado actual de la tecnología. *Res. IV Congr. Asoc. Mex. Acuacult.*
- SEMARNAP-CODISSA. 1994. Proyecto: parque de maricultivos en Baja California Sur. Documento interno. Dir. Gral. Acuacult. SEPESCA.
- SEPESCA. 1988. *Folleto de Divulgación, Serie Maricultura No. 1.* Dir. Gral. Acuacult. Dirección de Fomento Acuícola. México.
- SEPESCA. 1990. *Programa de Desarrollo Integral de la Acuicultura 1990 -1994.* Dir. Gral. Acuacult. Dir. Fomento Acuícola. México.

SEPESCA & GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR. 1994. Proyecto para el desarrollo de la Acuicultura en el estado de Baja California Sur. Presentado al Banco Mundial. Febrero de 1994.

VÁZQUEZ, C. & R. ARRIAGA. 1988. Cultivo de moluscos, métodos de cultivo. *Serie Básica de Maricultura No. 2*. Dir. Gral. Acuacult. SEPESCA. México.

CULTIVO DE PECES MARINOS

Araceli Avilés Quevedo y José Manuel Mazón Suástegui

RESUMEN

El cultivo de peces marinos en Baja California Sur se inició en 1976, con la engorda de pámpano, *Trachinotus paitiensis*, en el estero Santo Domingo, por técnicos del Departamento de Pesca (hoy SEMARNAP). A partir de 1985 el CICIMAR-IPN ha investigado la biología temprana y el desarrollo larval y juvenil de ocho especies con potencial de cultivo. A partir de 1990 el CRIP-La Paz ha desarrollado y escalado tecnologías de campo y laboratorio, cultivando pargos: *Lutjanus aratus*, *L. argentiventris*, *L. guttatus*, *L. peru*; y cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus*, en jaulas flotantes, con mortalidades de 65-97%, crecimiento de 1.2-2.49 cm/mes y 83.96-240 g/mes y una tasa de conversión de alimento húmedo de 7.98-8.8. Se producen crías de cabrilla casi todo el año, con supervivencia de 1.88% y talla de 5-7cm en dos meses. Se proponen tres alternativas para aprovechar el potencial natural de Baja California Sur y los recursos materiales, humanos y tecnológicos de todas las instituciones locales de investigación y docencia. A partir de la tecnología del CRIP-La Paz, se podría: realizar un cultivo piloto de cabrilla (17 t/año) y escalarlo al nivel industrial en 3 años; realizar cuatro cultivos piloto (68 t/año), con escalamiento al nivel industrial en 2-3 años; o asumir los riesgos relativos a la inseguridad en la disponibilidad de crías y alimento e iniciar un proyecto comercial (170 t/año), validando y escalando sobre la marcha la tecnología disponible, para establecer en 3-5 años, 10 proyectos comerciales cuya expectativa de producción sería de 1700 t/año. Finalmente, debe considerarse que el estado de la técnica no garantiza la disponibilidad oportuna, suficiente y sostenida de crías de laboratorio a nivel industrial, que no existe en el mercado nacional un alimento balanceado para peces marinos y que la elaboración de pellet húmedo incrementa sensiblemente los costos en infraestructura, equipo, materia prima y mano de obra.

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

I.A. INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna, uno de los retos mayores que se plantea la humanidad, es el de conseguir incrementar la producción de alimentos en la misma proporción en la que se incrementa la población mundial. Lo cual se antoja difícil si consideramos que las reservas de tierra utilizables para la agricultura y la ganadería difícilmente podrían ser ampliadas con las técnicas tradicionales de producción y que existen importantes y evidentes riesgos de causar un impacto ambiental negativo en el medio terrestre y particularmente en lo que se refiere al avance de la desertificación en diferentes regiones del planeta.

La posibilidad de substituir alimentos de origen terrestre por fuentes de proteína de origen acuático derivada de la pesca, es ciertamente muy importante pero tiene sus acotaciones. Las especies marinas se encuentran próximas al límite explotable si se continúan aplicando las técnicas de pesca tradicionales, y no tanto porque éstas puedan abatir a las especies existentes sino porque actúan con una enorme presión sobre un número muy limitado de ellas, afectando directa o indirectamente el desarrollo de otras especies sobre las cuales se sustentan precisamente las de mayor interés comercial (Castelló-Orvay, 1993). Tal es el caso de la enorme depredación irracional de juveniles de diversas especies de peces marinos que se efectúa mediante las redes de arrastre que aún se siguen utilizando en las costas mexicanas del Pacífico y del Golfo.

Una alternativa, tecnológicamente viable, para hacer frente a la creciente demanda de alimentos de origen protéico para el consumo generalizado de la población humana es, sin duda alguna, la piscicultura marina.

El cultivo de peces marinos ofrece diferentes alternativas de producción, desde los esquemas flexibles de acuicultura extensiva sin bombeo y sin alimentación suplementaria, al repoblamiento de stocks mediante la propagación de crías cultivadas y los esquemas de "rancho marino", sin dejar de contemplar la versión más tecnificada de los cultivos integrales de ciclo cerrado con producción de crías o "semilla" en el laboratorio, con un estricto control de la población cultivada.

De acuerdo con el nivel de dominio tecnológico alcanzado y la intensificación de los mecanismos de crianza, el cultivo de peces marinos puede clasificarse como extensivo, semi-intensivo, intensivo e hiperintensivo. Toda esta nomenclatura se relaciona en gran medida con el tipo y la magnitud relativa de las instalaciones, densidades de cultivo, etapas de manejo, alimentación, control de tallas y en general, depende del nivel de control que se ejerce sobre la población cultivada.

En los cultivos extensivos no se cuenta con mecanismos o artefactos para controlar la densidad, lo que generalmente coincide con un número relativamente reducido de individuos por unidad de área y con la utilización de estanquería rústica muy extensa y encierros o "tapos" en cuerpos de agua costeros. En estas instalaciones, los alevines penetran, incluso de manera natural, de acuerdo a sus ciclos migratorios y ya en el interior se nutren únicamente de los alimentos naturales que se encuentran en el medio acuático, es decir, dependen totalmente de la productividad natural.

Un ejemplo de manejo acuícola extensivo de especies omnívoras y detritívoras es el cultivo de mugílidos, como la lisa *Mugil cephalus*, que se ha practicado desde épocas muy antiguas y no requiere por lo general de grandes inversiones, sino que más bien ha estado asociado con esquemas sociales de producción y pesca de subsistencia.

En el cultivo intensivo los peces están sometidos a un confinamiento controlado, en estanques relativamente pequeños y controlables, canales de flujo rápido o jaulas flotantes y dependen parcial o totalmente del suministro de alimento por el hombre y de crías obtenidas en el laboratorio, además, de estar sujetos por lo general a altas densidades de organismos por unidad de volumen. Las últimas tendencias tecnológicas son los cultivos hiperintensivos, que incluyen el tratamiento de los efluentes y sistemas de recirculación del agua para reducir costos por concepto de energía en bombeo, calentamiento del agua y para reducir al mínimo el impacto al ambiente.

Mientras que la acuicultura extensiva ha sido practicada por los pobladores ribereños desde épocas antiguas, la domesticación de especies piscícolas para el cultivo comercial intensivo es una práctica relativamente moderna, que se ha enfocado primordialmente a las especies carnívoras, porque su alto valor comercial justifica y permite las grandes inversiones de largo plazo requeridas para su desarrollo.

MAGNITUD Y ALCANCE GEOGRÁFICO DE LA PISCICULTURA MARINA

El cultivo de especies marinas está ampliamente difundido en todo el mundo. Según estimaciones de la FAO, hasta 1989 la producción de la acuicultura representaba un 7% de los suministros totales de pescado de aleta a nivel mundial, un 4% de la de crustáceos y un 79% de la producción mundial de moluscos (Shaw y Curry, 1989).

Actualmente se reconocen 152 especies de peces, moluscos, crustáceos y algas, claramente identificados a nivel de especie, que son objeto de alguna forma de manejo en sistemas de acuicultura. De estas especies, 89 son peces, 23 son crustáceos, 35 son moluscos y cuatro son algas. Es un hecho bastante común que bajo el nombre de varios o misceláneos se agrupen algunas especies de ranas, tortugas, ostras perleras y esponjas (Nash y Kensler, 1990).

La piscicultura marina comercial se realiza en diferentes regiones del mundo, destacando por su importancia los países asiáticos y europeos. La actividad recae principalmente sobre unas cuantas especies de teleósteos cuya "semilla" se encuentra disponible, ya sea porque puedan reproducirse de manera controlada en el laboratorio o porque no existan limitaciones para la colecta de alevines silvestres. Las especies manejadas tienen por lo general el rasgo común de ser migratorias, eurihalinas o anádromas, de modo que los reproductores y/o las crías se acercan a la costa o penetran a los cuerpos de agua costeros en una determinada época del año, donde pueden ser capturados.

El desarrollo del cultivo de peces marinos se inició en los países asiáticos, principalmente en Japón, país que le ha dado un fuerte impulso a la piscicultura marina desde los años treinta, habiendo alcanzado altos niveles de eficiencia con el desarrollo de la tecnología comercial para el cultivo intensivo del jurel de aleta amarilla *Seriola quinqueradiata* y el besugo rojo *Pagrus major* en jaulas flotantes. En los últimos años se ha aplicado esa tecnología para el cultivo de otras especies importantes como *Paralichthys olivaceus*, *Fugu rubripes*, *Oplegnathus fasciatus*, *O. punctatus* y *Caranx delicatissimus* (KIFTC y JICA, 1987; Ikenoue y Kafuku, 1992).

El desarrollo de la tecnología intensiva para el cultivo de peces marinos en Europa se inicia a partir de los años ochenta, con base en los sorprendentes resultados obtenidos en el cultivo del salmón en Noruega. Este antecedente motivó la participación de los piscicultores europeos, quienes evaluaron la posibilidad de cultivar comercialmente algunas especies importantes como la dorada *Sparus aurata*, la lubina *Dicentrarchus labrax* y el rodaballo *Scophthalmus maximus*. Este esfuerzo dió como resultado una creciente producción de peces marinos cultivados de alto valor comercial, que actualmente se estima en más de 15000 toneladas métricas anuales (Sorgeloos y Sweetman, 1993).

En América Latina, Chile cultiva a nivel comercial varias especies introducidas, como *Salmo salar* y *Oncorhynchus kisuth*. Se han alcanzado producciones de 34175 y 34538 toneladas, respectivamente, en 1994 y se espera alcanzar una producción de 100000 toneladas para 1995 (Flores-Gatica, 1995). También se produce rodaballo *Scophthalmus maximus*, pero en volúmenes más pequeños; asimismo se realizan ensayos para la reproducción de dos especies de lenguados del género *Paralichthys* (*P. microps* y *P. adspersus*). En Ecuador se está cultivando *Seriola mazatlana*, especie muy similar al hamachi japonés *S. quinqueradiata* quien comanda los precios más altos del mercado, al igual que *S. dumerilii* del Mediterráneo. Además se han realizado cultivos piloto con *P. adspersus* y *P. woolmani* (Benetti *et al.*, 1994).

LA PISCICULTURA MARINA EN MÉXICO

Antecedentes en investigación y tecnología

En México el cultivo de peces marinos tiene un gran potencial y varias instituciones se han interesado en investigar y promover el desarrollo de sistemas y tecnologías de cultivo aplicables a las especies locales de importancia comercial. El mayor avance se localiza en la región noroeste del país y de manera importante en Baja California Sur.

El gobierno del estado de Sinaloa, a través de CIFSA Consultores, está realizando, desde 1990, en Topolobampo, Sin., el cultivo piloto del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* en jaulas flotantes, con la finalidad de probar su factibilidad comercial.

El gobierno del estado de Sonora inició prácticas de cultivo experimental de pargo amarillo *L. argentiventris* en jaulas flotantes a finales de 1993 (Rodríguez-Ortega *et al.*, 1994) y realiza además, los estudios básicos para el cultivo de la totoaba *Totoaba macdonaldi* (Barrera-Guevara *et al.*, 1994). Las investigaciones sobre el recurso totoaba han sido realizadas en el Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Naturales del Estado de Sonora (CIDESON), atendiendo aspectos de la reproducción y el cultivo experimental con fines de repoblamiento y producción comercial.

En la península de Baja California se tiene el mayor número de proyectos para el cultivo de peces marinos, algunos a nivel de investigación y desarrollo y otros con un antecedente de aplicación comercial, como es el caso del cultivo de atún en Isla de Cedros, B.C.

Por lo que respecta a Baja California Sur, varias instituciones están trabajando con el objetivo común de desarrollar una biotecnología para el cultivo de peces marinos. La Universidad Autónoma de Baja California Sur también se encuentra realizando investigaciones para el cultivo de peces marinos. Cuenta con instalaciones de laboratorio y un taller donde se fabrican contenedores diversos para uso en acuicultura.

El Centro Regional de Investigación Pesquera CRIP-La Paz ha trabajado desde 1990 en su planta experimental de producción de crías y en instalaciones flotantes de engorda localizadas en Bahía Falsa, B.C.S. Los esfuerzos se han canalizado a la investigación básica y al desarrollo de tecnología para el cultivo integral de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus*, el pargo rayado *Lutjanus aratus*, el pargo amarillo *L. argentiventris*, el pargo lunarejo *L. guttatus* y el pargo colorado o huachinango del Pacífico *L. peru* en jaulas flotantes (Avilés-Quevedo & Izawa, 1993; Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a). A la fecha se ha podido cerrar el ciclo de cultivo de la cabrilla arenera, con la producción de alevines en el laboratorio y se tienen avances importantes con los pargos.

El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), a través del grupo de biología experimental, ha realizado importantes estudios sobre la biología temprana de *Cynoscion parvipinnis*, *Gerres cinereus*, *Paralabrax maculatofasciatus*, *Eugerres axillaris*, *Calamus*

brachysomus, *Atherinops affinis*, *Chaetodipterus zonatus* y *Anisostremus* sp. (Matus-Nivón *et al.*, 1990).

Respecto a las investigaciones realizadas con centropómidos como el robalo *Centropomus* sp., en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste CIBNOR, S.C. se han venido realizando revisiones bibliográficas e investigaciones experimentales sobre el cultivo de juveniles silvestres en jaulas, en la estanquería experimental con recambio de agua por efecto de la marea de que dispone el Centro (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES CON ANTECEDENTES DE CULTIVO EN BAJA CALIFORNIA SUR

CABRILLA ARENERA *Paralabrax maculatofasciatus*

Estado en la acuicultura

La cabrilla arenera *P. maculatofasciatus* está siendo cultivada a nivel experimental en el Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, B.C.S. (CRIP-La Paz) desde el año 1991. A la fecha se ha podido cerrar el ciclo de cultivo mediante la producción de alevines en el laboratorio, a partir de reproductores seleccionados que fueron obtenidos de crías silvestres que han sido cultivadas a talla comercial en jaulas flotantes. El laboratorio se encuentra en el CRIP-La Paz y las jaulas de cultivo se localizan en Bahía Falsa, B.C.S. (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993; Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Características generales

La cabrilla arenera, sargasera o spotted sandbass pertenece a la familia Serranidae, que incluye peces perciformes que carecen de especializaciones morfológicas conspicuas. En contraste con su morfología generalizada, los serránidos exhiben una gran variedad en cuanto a su patrón sexual, caracterizado por un hermafroditismo protogínico y simultáneo, además del gonocorismo, que es considerado como una característica importante del género *Paralabrax* (Smith y Young, 1966; citado por Hastings, 1989). Esta característica comienza a ser considerada dentro de los linajes conservativos de los serránidos y ha comenzado a ser usada en la diagnosis de ciertos géneros (Robins y Starck, 1961; Bartone, 1977a, 1977b, citados por Hastings, 1989).

Debido a la característica protogínica de la especie, es posible distinguir a las hembras en el grupo de ejemplares jóvenes menores de 25 cm y a los machos en los ejemplares mayores de 25 cm. Los organismos en transición se pueden encontrar entre los ejemplares de 19 a 25 cm en el período de julio a noviembre, cuando se registran temperaturas de 27-29.5°C (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b). *P. maculatofasciatus* alcanza un tamaño de 55.9 cm (Thomson *et al.*, 1987) y bajo condiciones de cultivo llega a alcanzar 45 cm en tres años y medio.

Paralabrax maculatofasciatus se distingue de otras cabrillas por tener muy alargada su tercera espina dorsal. El cuerpo y aletas moteadas se caracterizan por sus manchas difusas de color negro y café, que forman seis o siete barras oscuras. En la base de la aleta pectoral se observan algunas manchas oscuras y una banda, también oscura, corre diagonalmente hacia abajo a partir del ojo, que tiene un color rojizo (Thomson *et al.*, 1987).

Distribución

La cabrilla arenera *P. maculatofasciatus* presenta una amplia distribución en las costas de la parte central de California a Cabo San Lucas y Mazatlán, incluyendo el Golfo de California. Es

muy común en playas arenosas y rocosas de la parte arrecifal más norteña del Golfo de California y menos común en la parte sur del mismo (Thomson *et al.*, 1987).

Requerimientos ambientales

La cabrilla arenera prefiere los fondos arenosos cercanos a formaciones coralinas y se le encuentra comúnmente desde la zona intermareal hasta profundidades de 61 metros. Es euritérmica, tolera las temperaturas altas del verano, de más de 32°C, y sobrevive a las mortalidades invernales que periódicamente afectan a otras especies de la región más norteña del Golfo. A nivel experimental se sabe que resiste temperaturas tan bajas como 7.5°C, aunque en esas condiciones deja de alimentarse (Thomson *et al.*, 1987).

Alimentación

La especie se alimenta de día depredando pequeños peces y crustáceos y está referido que en la región de Puerto Peñasco, Son., es el depredador más activo de peces juveniles de arrecife (Thomson *et al.*, 1987).

Reproducción

Se sabe poco sobre los hábitos reproductivos de *P. maculatofasciatus* en el Golfo de California, pero para el área de Puerto Peñasco, Son., se registra la presencia de alevines tempranos en la zona intermareal durante el invierno, aunque los juveniles y adultos suelen encontrarse durante todo el año en la región alta del Golfo de California y en esta área resulta ser la especie de cabrilla que se captura con mayor frecuencia (Thompson *et al.*, 1987).

A través del análisis comparativo mensual de la relación peso-longitud de los organismos, se ha determinado que *P. maculatofasciatus* presenta un factor de condición más alto en febrero, marzo y abril, coincidiendo con su período de máxima madurez sexual (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

En la Bahía de La Paz se reproduce casi todo el año, a excepción de octubre y noviembre, presentando una reproducción asincrónica, lo cual permite la obtención de crías durante casi todo el año (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

PARGO AMARILLO *Lutjanus argentiventris*

Estado en la acuicultura

El pargo amarillo se cultiva a nivel experimental en el Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, B.C.S. (CRIP-La Paz) desde el año 1991. A la fecha no ha sido posible la producción de alevines en el laboratorio, pero se ha realizado el cultivo a talla comercial en jaulas flotantes, a partir de crías provenientes del medio natural. El laboratorio se encuentra en el CRIP-La Paz y las jaulas de cultivo se localizan en Bahía Falsa, B.C.S. (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993; Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Características generales

Esta especie es el pargo más común en el Golfo de California y se caracteriza por el color amarillo de su cola y parte inferior del cuerpo. Los adultos generalmente toman un color rosado en la parte anterior del cuerpo y amarillo pálido a dorado en la parte posterior. Los peces jóvenes tienen una línea característica de manchas azul cielo debajo de los ojos, que se va dispersando con la madurez y se pierde de manera progresiva con la edad. Los juveniles tienen además una banda oscura que pasa sobre los ojos y se oscurece aún más en los adultos (Thomson *et al.*, 1987).

Distribución

El pargo amarillo *L. argentiventris* se distribuye desde Puerto Peñasco Son., a Perú y se extiende hacia el Pacífico norte hasta Bahía Magdalena, B.C.S. (Thomson *et al.*, 1987).

Requerimientos ambientales

La especie es eurihalina y algunas veces penetra a las aguas dulces. Al parecer, las temperaturas extremadamente bajas del invierno en el alto Golfo de California reducen la abundancia de esta especie, que es típicamente tropical (Thomson *et al.*, 1987).

Alimentación

Los pargos son, por lo general, carnívoros polípagos, de hábitos nocturnos y oportunistas. Una buena parte de su actividad alimentaria la realizan durante el atardecer y el amanecer. Los alevines y juveniles se alimentan de copépodos, eufáusidos y larvas de diversas especies marinas. Los adultos se alimentan de peces, cangrejos, camarones y moluscos (Rodríguez-Ortega *et al.*, 1994).

Reproducción

En la Bahía de La Paz, B.C.S., la reproducción natural de *L. argentiventris* se lleva a cabo durante los meses de julio, agosto y septiembre y a partir de septiembre se pueden coleccionar alevines silvestres (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

PARGO RAYADO *Lutjanus aratus***Estado en la acuicultura**

El pargo rayado está siendo cultivado a nivel experimental en el Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, B.C.S., (CRIP-La Paz) desde el año 1991. Aún no se ha cerrado el ciclo de cultivo con la producción de semilla en el laboratorio, pero se han cultivado juveniles silvestres a la talla comercial en jaulas flotantes. El laboratorio se encuentra en el CRIP- La Paz y las jaulas de cultivo se localizan en Bahía Falsa, B.C.S. (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993; Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Características generales

El pargo rayado o mullet snapper está más bien asociado con los fondos arenosos de las zonas arrecifales. Los juveniles son abundantes en los esteros de la parte central del Golfo de California. Se distingue por sus bandas café sobre su cuerpo amarillo-rosado y es también el único pargo del Golfo que tiene 11 espinas dorsales, mientras que el resto poseen 10 (Thomson *et al.*, 1987).

Distribución

El pargo rayado *L. aratus* se distribuye desde la parte central del Golfo de California a Ecuador (Thomson *et al.*, 1987).

Requerimientos ambientales

La especie es eurihalina y sus crías son comunes en las aguas protegidas de las lagunas costeras y estuarios (Thomson *et al.*, 1987).

Alimentación

En general, los pargos son típicos depredadores muy activos y de hábitos nocturnos. De acuerdo a su edad, entre sus presas se incluyen copépodos, eufáusidos, larvas de diferentes organismos presentes en el zooplancton, juveniles y adultos de diversas especies marinas, principalmente demersales y bentónicas, incluidos los peces, cangrejos, camarones y moluscos (Thomson *et al.*, 1987).

Reproducción

En la Bahía de La Paz, B.C.S., la reproducción natural del pargo rayado *L. aratus* se lleva a cabo durante los meses de julio, agosto y septiembre y a partir de septiembre se pueden coleccionar alevines silvestres (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

ROBALO *Centropomus* sp.

Estado en la acuicultura

El robalo es una especie que está siendo estudiada en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste CIBNOR S.C., en La Paz, B.C.S. Se han realizado cultivos experimentales en la estanquería infralitoral de que dispone el Centro, a partir de alevines colectados del medio natural confinados en jaulas (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

Características generales

En la familia Centropomidae se agrupan peces eurihalinos, pelágico-costeros, que son objeto de importantes pesquerías, sobre todo en zonas estuarinas. De manera tradicional, estos peces han tenido una gran demanda en el mercado internacional por la magnífica calidad de su carne, lo que los convierte en especies altamente cotizadas para el consumo humano directo (Chávez, 1981).

Distribución

En México, los robalos se distribuyen ampliamente a lo largo de los litorales del Pacífico y del Golfo. Las poblaciones naturales de Baja California Sur corresponden principalmente a *Centropomus nigrescens* y no son muy importantes como pesquería (Ramírez-Rodríguez, 1987), debido a que requieren de la influencia de agua dulce de los ríos para llevar a cabo de manera eficiente su proceso reproductivo (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

Entre las especies de robalo del Atlántico mexicano se pueden citar al chucumite, al machín y al robalo blanco. El chucumite, robalo o little snook *Centropomus paralellus* (Poey) que se encuentra desde el sur de Florida a Santos, Brasil, y en el Golfo de México, desde el norte de la Laguna Madre en Tamaulipas hasta la Laguna de Mecocacán en Tabasco. El machín o robalo prieto *C. poeyi* (Chávez) se distribuye en el Golfo de México, desde Tampico hasta Frontera, Tabasco. Por último, el robalo blanco, camarín o snook, *C. undecimalis* (Bloch), se encuentra distribuido en el Atlántico, desde Carolina del Sur y costas del Golfo de México a Río de Janeiro en Brasil (Anónimo, 1976).

Los robalos que se encuentran presentes en la costa mexicana del Pacífico se agrupan en tres especies: el robalo prieto, el constantino y el robalo de aleta amarilla. El robalo prieto *Centropomus nigrescens* (Gunter) se distribuye de las costas de Baja California al norte de Perú. El constantino, robalo o tarpon-snook *C. pectinatus* (Poey), se distribuye desde Florida a Río de Janeiro en el Atlántico y de Guaymas, Son., a Colombia en el Pacífico, mientras que el robalo de aleta amarilla

C. robalito (Jordán y Gilbert), se encuentra distribuido desde Mazatlán a las costas de Panamá (Anónimo, 1976).

Requerimientos ambientales

Los robalos son peces gregarios que toleran altas densidades bajo condiciones de cultivo, se desarrollan normalmente a temperaturas de 27 a 28°C y pueden soportar bajas concentraciones de oxígeno de hasta 1.0 mg/l y la principal limitante para su cultivo reside en la baja supervivencia larval durante su primera semana de vida (Iizawa *et al.*, 1992).

El robalo común (common snook) es euritérmico y eurihalino. Se ha demostrado que puede sobrevivir a temperaturas variables desde 10 a 35°C, aunque su óptimo es de 27-28°C. Del mismo modo, a las dos semanas de eclosionado el huevo, las crías pueden acondicionarse y transferirse a agua dulce, donde los juveniles crecen por lo menos tan rápido como en el agua salada (Tucker y Jory, 1991).

Las condiciones de temperatura implican, sin embargo, algunos riesgos de crecimiento lento o bajos rendimientos. Así por ejemplo, el robalo prieto del Golfo, *C. poeyi*, se desarrolla mejor cuando la temperatura promedio mensual del agua está entre 22 y 29°C y la salinidad es baja (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

Alimentación

Los centropómidos son animales carnívoros, aunque no de manera estricta. Respecto de su alimentación natural, se nutren con peces y crustáceos bentónicos, pero de manera predominante, depredan especies de hábitos pelágicos (Chávez, 1981).

Los robalos nativos de Baja California Sur tienen un régimen de alimentación muy variable en su fase adulta y sobre todo en la etapa juvenil, lo que sugiere una rápida adaptación de estas especies a los sistemas de cultivo intensivo. No resulta exagerado proponer el cultivo de robalo como producto exclusivo para el mercado de exportación, porque su aspecto y su sabor se asemejan bastante al de las especies altamente preciadas y con fuerte demanda en Europa y Estados Unidos de América (France Aquaculture, 1985).

Reproducción

Los centropómidos se caracterizan por tener una alta fecundidad y un período de reproducción que se extiende por espacio de algunos meses, lo que puede facilitar el establecimiento de un programa de cría larval (France Aquaculture, 1985). Las hembras son por lo general de mayor peso y tamaño que los machos y en la época de reproducción el número de hembras puede predominar muy ampliamente sobre el de los machos, hasta en una proporción de 9:1 (Chávez, 1981).

Los robalos tienen fecundación externa, de manera que ni los huevos ni las larvas reciben cuidados de sus padres. Los huevos del robalo blanco *C. undecimalis* son esféricos y pelágicos por lo que flotan cerca de la superficie del agua. El diámetro de los huevos es de 0.7 mm y están provistos de una gota de aceite (Johnson, 1984, citado por SEPESCA-CIBNOR, 1994).

PÁMPANO *Trachinotus* sp.

Estado en la acuicultura

Durante los años de 1976 a 1978, se llevó a cabo un cultivo experimental de *Trachinotus paitiensis* (?), por técnicos de la Dirección de Acuicultura de la entonces Secretaría de Recursos

Hidráulicos, utilizando el sistema de jaulas flotantes, donde se cultivaron crías silvestres. El proyecto se realizó en la zona de Santo Domingo, B.C.S. y desafortunadamente fue cancelado, por lo que la información experimental precisa que se obtuvo no se encuentra actualmente disponible.

Características generales

Existe un gran número de peces marinos de la familia Carangidae y del género *Trachinotus* que están considerados entre los peces comestibles más finos en diversas partes del mundo. El pámpano de Florida *Trachinotus carolinus* es un carángido tipificado como una "especie dura", muy resistente para la acuicultura.

Distribución

El pámpano común o de Florida *T. carolinus* y el permit *T. falcatus* habitan la costa americana del atlántico y la Palometa *T. glaucus*, se encuentra en el Mar Mediterráneo y en las costas americanas y europeas del Atlántico (Coll-Morales, 1983).

Las especies presentes en las costas mexicanas del Golfo de México son *T. carolinus*, conocido como pámpano, palometa, pampo y pompano, se distribuye desde Cabo Cod e Islas Bermudas a las costas del Golfo de México y Brasil; *T. glaucus* es conocido como pámpano, pompano, palometa y long-fin pompano, se distribuye desde Massachusetts e Isla Bermudas a las costas del Golfo de México y Argentina. *T. falcatus* es conocido como pámpano, palometa, permit y ovate-pompano, se distribuye desde Cabo Cod a las costas del Golfo de México y Brasil (Anónimo, 1976).

Las especies que se encuentran en la costa del Pacífico mexicano son: *T. kenedyi*, conocido como pámpano, palometa o pampanera, cuya distribución abarca desde las Costas de California a Colombia; y *T. rhodopus*, conocido como pampanito o gafftopsail pompano, que se distribuye de las costas del Golfo de California a Perú e Islas Galápagos (Anónimo, 1976).

Requerimientos ambientales

En lo general, los pámpanos encuentran su mejor condición de vida a salinidades de 30 a 35 partes por mil, pero se ha demostrado que pueden tolerar un intervalo muy amplio en la salinidad, justamente desde arriba de cero hasta 45 ‰. Estos peces sobreviven en temperaturas de 12 a 34°C; se cree que el límite superior de tolerancia es de alrededor de 38.5°C pero se han encontrado juveniles en pozas de marea con temperaturas superiores a 45°C (SEPESCA-IMIT, 1994).

El pámpano común *T. carolinus* se adapta bastante bien a los cambios graduales de salinidad aunque prefiere aguas con más de 32 ‰ (Coll-Morales, 1983). La especie puede soportar bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua (hasta 2 ml/l) y al parecer la turbidez y los cambios en el pH no le afectan de manera sensible (Bardach, 1972, citado por Coll-Morales, 1983; Tucker y Jory, 1991). Las experiencias tempranas en el cultivo de *T. carolinus* en Florida fracasaron al registrarse shock térmico a temperaturas menores de 10 °C (Tucker y Jory, 1991).

Alimentación

En su medio natural, los alevines del pámpano se alimentan de moluscos y crustáceos bentónicos o pelágicos y de larvas de peces, mientras que el adulto se alimenta generalmente de peces pequeños (Coll-Morales, 1983).

Reproducción

El pámpano de Florida *T. carolinus* es suficientemente conocido en sus aspectos reproductivos. En las costas de Florida se reproduce entre los meses de abril y octubre. El macho alcanza la madurez sexual en un año y la hembras en dos años, produciendo de 400000 a 600000 huevos en su fase adulta (Coll-Morales, 1983).

I.B. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

VARIANTES TECNOLÓGICAS ACTUALMENTE UTILIZADAS

A nivel mundial pueden definirse esencialmente dos tecnologías de cultivo, con diferentes niveles de control de los parámetros involucrados en el proceso productivo, entre los cuales destaca la densidad de organismos por volumen de agua o por área de cultivo y el uso de alimentos balanceados.

En el cultivo extensivo no se cuenta con mecanismos ó artefactos para controlar la densidad, lo que generalmente coincide con un número relativamente reducido de individuos por unidad de área y con la utilización de estanquería rústica y encierros en cuerpos de agua costeros.

En el cultivo intensivo los peces están sometidos a un confinamiento controlado en estanques, canales de flujo rápido o jaulas flotantes y dependen parcial o totalmente del suministro de alimento por el hombre, además de estar sujetos a altas densidades de individuos por unidad de volumen.

En resumen, las variantes de engorda de peces marinos son:

a) El confinamiento de crías, generalmente silvestres, en cuerpos de agua marginales semicerrados, en estanquería rústica o en canales de flujo rápido, con una gran variedad de esquemas de manejo y niveles de intensificación, y

b) La utilización de estructuras flotantes, de media agua o de uso dual, que sirven de soporte a unas jaulas o bolsas de malla sintética o metálica, en las cuales se colocan los organismos para su engorda a la talla comercial. En este tipo de variante tecnológica se incluyen también las cajas de plástico de pequeño tamaño.

CULTIVO INTENSIVO EN JAULAS FLOTANTES

Estado actual de la tecnología

El cultivo de peces marinos en jaulas flotantes se identifica a nivel mundial como un método de acuicultura intensiva, que optimiza el uso del agua debido a su intercambio continuo a través de la malla por la acción de las corrientes prevalecientes en el área, lo que facilita la dispersión de los exometabolitos y restos de alimento, al igual que el suministro continuo de agua limpia y oxigenada. Esta tecnología está siendo utilizada en muchos países del mundo como China, Japón, Noruega, Australia, India, Indonesia, Filipinas, Tailandia, Francia, España, Israel, mientras que en América se encuentra en sus inicios en los países de la región del Caribe, como República Dominicana, Puerto Rico, Jamaica, Haití, Cuba, Martinica, Colombia, y Venezuela, con avances importantes en Estados Unidos de América (Tucker y Jory, 1991), Chile y Ecuador (Benetti *et al.*, 1994).

El cultivo en jaulas flotantes presenta numerosas ventajas, entre ellas un costo de producción relativamente bajo si se le compara con la construcción y operación de granjas en tierra, opción

de manejar muy altas densidades de organismos por unidad de volumen, facilidad para el control y seguimiento del proceso de producción, extracción, traslado y la posibilidad de manejar lotes de organismos a pequeña, mediana y gran escala, aprovechando incluso zonas profundas.

Las jaulas pueden construirse con diferentes materiales, tamaños y formas, pueden ser flotantes superficiales o sumergidas a media agua, dependiendo de las condiciones ambientales. Las estructuras o balsas que soportan las jaulas también se construyen de diversos materiales, formas y tamaños, de manera que esta metodología de cultivo es altamente versátil y adaptable a los diferentes requerimientos del piscicultor y su disponibilidad de materiales de la región. En el CRIP-La Paz se han probado balsas de madera, de tubo galvanizado y de ángulo de fierro (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993; Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS EN EL MUNDO

El cultivo del jurel de aleta amarilla, *Seriola quinqueradiata*, es el arquetipo de la piscicultura marina mundial y se inició en Japón el año de 1930, ampliándose muy rápidamente su práctica comercial. Con el desarrollo de las jaulas flotantes en 1965, la producción acuícola experimentó un comportamiento creciente hasta 1980 y en los años siguientes ha experimentado un incremento menor, con tendencias a la estabilización. En el año de 1989, la producción acuícola alcanzó la cifra de 166000 toneladas, 4.8 veces mayor que la captura. El cultivo aún depende de la colecta de crías silvestres del medio natural. La producción del besugo rojo o dorada japonesa, *Pagrus major*, se incrementó de 460 toneladas en 1970 a 45200 toneladas en 1989, mientras que en este mismo período las capturas se redujeron de 22400 a 13000 toneladas (Ikenoue y Kafuku, 1992).

Existen, sin embargo, otras especies importantes incorporadas al cultivo comercial, como la dorada, *Sparus auratus*, y la lubina, *Dicentrarchus labrax*, las más importantes en la piscicultura marina del Mediterráneo. El cultivo del lenguado europeo, *Solea vulgaris*, ha retomado fuerza desde la década de los setenta y ahora existen buenos avances, principalmente en Alemania, España, Dinamarca, Noruega, Portugal, Francia y Gran Bretaña (Ramos, 1993). El rodaballo, *Scophthalmus maximus*, se cultiva de manera importante en Alemania, España, Dinamarca, Noruega, Portugal, Francia y Gran Bretaña (Ramos, 1993). El halibut del Atlántico, *Hippoglossus hippoglossus*, se cultiva comercialmente y con un gran potencial de expansión, pero no se ha superado la etapa de desarrollo (Kjorsvik y Holmefjord, 1995). El lenguado japonés, *Paralichthys olivaceous*, procedente del cultivo ocupa un especial nicho en el mercado de peces vivos en Japón (Ikenoue y Kafuku, 1992). La corvina roja o red drum, *Sciaenops ocellatus*, es el único pez marino cuyas crías se producen masivamente en el laboratorio, en E.U.A., para ser liberadas y reforzar las existencias silvestres (McCarty *et al.*, 1986, citado en Thomas *et al.*, 1995), pero se ha introducido en Ecuador, en donde se cultiva exitosamente en granjas camaroneras abandonadas (Benetti *et al.*, 1994). Los pámpanos, palometas, permits y jacks, *Trachinotus* spp., son peces de los llamados "duros", muy apropiados para las condiciones de manipulación que implica el cultivo (Coll-Morales, 1983). El pámpano común, *T. carolinus*, se cultiva por su gran fortaleza y adaptabilidad al cautiverio y a la alimentación artificial, principalmente en el estado de Florida, aunque también en California y Louisiana E.U.A. (SEPESCA-IMIT, 1994). El barramundi o perca marina, *Lates calcarifer*, se cultiva comercialmente en jaulas flotantes en Tailandia, Malasia, Singapur, Hong-Kong y Taiwán, principalmente con semilla obtenida en el laboratorio, aunque continúa la colecta de crías del medio natural (KIFTC y JICA, 1987). El mero o cabrilla manchada, *Epinephelus tauvina*, se cultiva comercialmente, en pequeña escala y con éxito, en jaulas flotantes, partiendo de semilla silvestre, en Singapur y se cultiva a nivel experimental en Kuwait. Existen avances importantes en la producción de semilla en laboratorio en Kuwait, Indonesia y Singapur (KIFTC y JICA, 1987).

Con respecto a los cultivos extensivos, los peces más representativos son los chanos y las lisas, peces cosmopolitas muy importantes dentro de la pesca comercial y probablemente de la más extensa presencia en la dieta protéica de muchos pueblos del mundo. Las lisas se adaptan muy bien al cautiverio, aceptan una alimentación natural a partir de la producción inducida en estanques rústicos fertilizados e, igualmente, se nutren con desechos y subproductos agropecuarios o alimento peletizado. Han sido cultivadas tradicionalmente por los pobladores ribereños del Mediterráneo y Asia del sur, como Taiwán, Filipinas, Italia, India, Hawaii y Japón, principalmente en granjas de subsistencia. Existe gran interés en tecnificar e intensificar el cultivo con la obtención masiva de alevines en el laboratorio y se busca producir peces seleccionados de alta calidad y eficiente conversión de alimento. Es muy grande el potencial para la hibridación y obtención de razas adaptables a regiones específicas. En Hawaii y Taiwán se ha logrado la reproducción artificial completa de *M. cephalus* (KIFTC y JICA, 1987; Calderer-Reig, 1993).

ESPECIES CON ANTECEDENTES DE CULTIVO EN BAJA CALIFORNIA SUR

En las líneas siguientes se enlistan las especies que han sido o están siendo objeto de cultivo en Baja California Sur y los elementos que constituyen la tecnología desarrollada, asimilada o adaptada. Aunque no existen cultivos comerciales, se aprecian avances muy importantes en el cultivo experimental y piloto, tanto en la producción de semilla en el laboratorio como en la engorda de crías colectadas del medio natural.

TECNOLOGÍA DE CULTIVO PARA CABRILLA *P. maculatofasciatus*

Origen de la tecnología

La tecnología que a continuación se describe ha sido desarrollada en el Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, dependiente del Instituto Nacional de la Pesca de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Obtención de reproductores

Los ejemplares adultos de cabrilla arenera, de 25-30 cm y 450-800 g de peso, se pueden capturar localmente con anzuelo y con trampas. La captura con redes no es recomendable porque existen mayores riesgos de que los organismos resulten con laceraciones que posteriormente pueden infectarse. Los reproductores con que se trabaja en el CRIP-La Paz se cultivan desde juveniles, lo que ha facilitado su domesticación al manejo en cautiverio. Cuando los reproductores tienen más de 25 cm de longitud, 400 a 800 g de peso y signos de madurez gonádica, se seleccionan aquellos que presentan las mejores cualidades fenotípicas, de forma, color y tamaño, y se transportan a la Planta de Producción Experimental de Larvas de Peces Marinos (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Transporte de reproductores

El transporte de reproductores se realiza por mar, en una embarcación de fibra de vidrio de 22 pies de eslora, equipada con un sistema de vivero que permite un recambio continuo de agua durante el viaje. Los reproductores se transportan con una densidad de 1 kg de peso vivo por cada 20 litros de agua. A partir del embarcadero los peces se transportan al laboratorio en una camioneta, utilizando tanques de plástico de 1000 litros, de donde se transfieren a los tanques de desove (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Maduración

Los reproductores son confinados en tanques cuadrados de concreto de 24 m³ de capacidad, con una densidad de 1 a 1.5 kg/m³. Estos tanques se utilizan para maduración y desove y están equipados con un sistema de flujo abierto de agua de mar filtrada y aeración a través de dos difusores de piedra. Durante el día, el drenaje se realiza por el fondo, a razón de 400 a 500 % del volumen total, utilizando además un sifón para extraer la mayor cantidad posible del material sedimentado. Los reproductores se alimentan con una formulación especial a base de pescado, calamar, harina de pescado, vitaminas y minerales, que se les proporciona como "pellet húmedo", a razón del 1% de su peso por día (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Desove

Los adultos reproductores cultivados pueden desovar desde el mes de diciembre hasta el mes de agosto, en función de la temperatura del agua y de la calidad del alimento suministrado. La reproducción se interrumpe durante los meses más cálidos del año. La cabrilla tiene hábitos reproductivos crepusculares y desova en el laboratorio de manera natural y sin necesidad de inductores o estímulos artificiales. El cortejo reproductivo se inicia alrededor de las 17:00 horas. Los huevos viables flotan en la columna de agua y, a fin de captarlos por sobreflujo, el sistema de drenaje de los tanques se cambia a un patrón superficial durante el período comprendido entre las 17:00 horas y las 8:00 horas del día siguiente. Durante este período, la tasa de renovación del agua es de 200 a 300%, ya que un flujo mayor podría dañar los huevos. Los huevos son retenidos a la salida del flujo de descarga de los tanques de desove en bolsas de malla de 300 micras, se realizan observaciones para determinar su cantidad y calidad y se transfieren a los tanques de incubación y cultivo larval (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Incubación

Una vez que se ha estimado el número y calidad de los huevos disponibles, éstos se colocan en tanques de fibra de vidrio de 1m³ de capacidad con agua de mar filtrada y esterilizada con ligera aeración, a una densidad de 40 a 50 huevos/l. El tiempo de incubación y el porcentaje de eclosión varían en función de la temperatura del agua. Los huevos eclosionan a las 20 horas, a una temperatura de 20.2 a 23.7°C y a las 13 horas, a una temperatura de 26.6 a 29.4°C. El porcentaje de eclosión es de 78.47% a 20.4°C en enero y se incrementa hasta 98.18% en el mes de septiembre, cuando la temperatura promedio del agua es de 29.45°C (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Cultivo de larvas

Para el cultivo de larvas se utilizan tanques de fibra de vidrio de 1 m³, inicialmente en sistema estático y con aeración suave para no lastimar a las larvas. A partir del quinto día se inicia la rutina de extraer, cada tercer día, los desechos particulados del fondo de los tanques mediante un sifón y hacer un recambio diario del agua de los tanques de acuerdo al programa de cultivo descrito en la tabla 1.

Las larvas recién eclosionadas de *P. maculatofasciatus* miden 2.55-2.75 mm de longitud y están provistas de un gran saco vitelino que se extiende anteriormente ocupando un 50.53% de su longitud total y flotan cerca de la superficie, debido a que sus aletas pectorales aún no se han desarrollado. A los tres días de edad las larvas miden alrededor de 3.32 mm, han absorbido por completo el vitelo, completado su intestino y abierto la boca y el ano, por lo que debe iniciarse la alimentación exógena con presas vivas.

La alimentación exógena se inicia al tercer día tras la eclosión, cuando las larvas han consumido el vitelo, se ha abierto la boca y el intestino se ha comunicado al exterior a través del ano. El primer

Tabla 1.- Programa de cultivo para larvas de *Paralabrax maculatofasciatus* (tomado de Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Edad (días)	Talla (mm)	Densidad (org/ml)	Alimento	Recambio de agua (%)	Limpieza de fondo	Microalgas
0	2.92	50	sin alimento	-	no	-
2	3.18	40	sin alimento	-	no	-
3	3.32	40	5 rot/ml	-	no	10-20
4	3.46	20	10 rot/ml	20	c/3 días	10-20
8	4.11	15	10 rot/ml	20	idem	10-20
13	5.08	10	10 rot/ml	50	idem	10-20
15	5.53	10	10 rot+1 npl/ml	50	idem	10-20
17	6.03	10	10 rot+1 npl/ml	50	idem	10-20
20	6.85	10	10 rot+1 npl + 1cop/ml	50	idem	10-20
21	7.15	10	10 rot+1 npl + 1cop + 0.5 art/ml	80	idem	10-20
23	7.78	10	10 rot+1.5 npl + 1cop + 0.5 art/ml	80	idem	10-20
25	8.47	10	10 rot+1.5 npl + 1cop + 0.5 art/ml	80	idem	10-20
30	10.49	10	1 cop + 1 art/ml	100	idem	-
31	10.94	10	1 cop + 1 art/ml + macerado	100	idem	-
35	12.98	1	1 cop + macerado	100	idem	-
39	15.39	1	macerado	100	idem	-
40	16.06	1	macerado + balanceado	100	idem	-
45	19.87	0.5	balanceado	100	idem	-

rot= rotíferos; cop= copepodo; macerado= pescado macerado; npl= nauplio de Artemia; Art= Artemia de 72 horas; balanceado= pescado fresco, calamar, harina de pescado, vitaminas y minerales.

alimento son rotíferos *Brachyonus plicatilis*, cultivados exprofeso; a los 20 días se suministran nauplios de *Artemia salina* enriquecida, a los 30 días se empieza a proporcionar pescado macerado y a partir de los 40 días, un "pellet húmedo" artificial que se prepara en el laboratorio (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

A los 20 días se realiza una primera separación de organismos por talla (mayores y menores de 6 mm) para evitar canibalismo. Posteriormente se realizan nuevas separaciones por talla, utilizando mallas o cubetas de plástico con múltiples perforaciones del tamaño requerido. A los 40 días las crías miden alrededor de 16 mm y ya tienen la forma característica y el comportamiento del adulto, por lo que ya pueden considerarse juveniles. A los 60 días, los juveniles han aceptado totalmente el alimento balanceado y están aptos para el cultivo en jaulas flotantes (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Colecta de semilla silvestre

Cuando no existe la posibilidad de producir semilla en el laboratorio, se pueden coleccionar crías o juveniles de cabrilla del medio natural. La época de mayor disponibilidad de crías silvestres se presenta en los meses de febrero, marzo y abril. Sin embargo, la especie se reproduce prácticamente todo el año, con excepción de septiembre, octubre y noviembre, que son los meses con mayor temperatura del agua. Los métodos probados para la colecta de crías y juveniles de cabrilla son red de arrastre, chinchorro playero y trampas con paño de 6 mm de luz de malla. La colecta se puede realizar en la Bahía de la Paz, en Bahía Magdalena y en otros cuerpos de agua del Estado, durante la mayor parte del año. Las crías se encuentran de manera abundante en las playas de bahías y esteros. La colecta se debe realizar preferentemente durante las primeras horas de la mañana, para aprovechar las corrientes de la marea y la temperatura ambiente más favorable para el transporte (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Es normal que, durante la captura, algunos juveniles resulten dañados con rozaduras, escoriaciones y pérdida de escamas. Para evitar infecciones, los peces capturados reciben un baño profiláctico en una solución de Acriflavine MR (10 ml/l) por espacio de 30 minutos a una hora en contenedores de plástico con aeración u oxigenación y enseguida se transfieren a las jaulas de preengorda donde permanecen en observación, y sin alimento durante una semana (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Transporte de semilla

Para el traslado de crías se utilizan transportadores circulares de plástico con capacidad de 1000 litros, con aislamiento térmico y superficie interior lisa, con una estructura interna que evita el chapoteo del agua y el golpeteo de los organismos durante el viaje y los aditamentos necesarios para aeración u oxigenación del agua. La cantidad de peces a transportar depende de su tamaño y origen, pero se puede incrementar en función de la temperatura ambiental y del vigor y salud de las crías, que dependerá en gran medida del arte de captura empleado y del manejo previo al transporte. La carga media para peces sanos provenientes de laboratorio es de 10 org/l para crías de 5 cm y de 20 org/l para crías de 3 cm. Como medida preventiva para evitar infecciones, es recomendable agregar Nitrofurazona MR (10 ml/l) durante el período de transporte (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Como alternativa de transporte se pueden utilizar tanques cilíndricos de plástico de 500 litros y tibores de plástico de 200 litros sin aeración, pero es indispensable un recambio periódico del agua, equivalente al 100 % del volumen del contenedor cada 15 minutos en el verano y cada 30 minutos en el invierno. El tiempo de transporte puede prolongarse por espacio de dos horas en verano y hasta 6-8 horas en invierno. Se recomienda acumular las crías en jaulas de acopio flotantes hasta reunir la cantidad deseada, seleccionar las que no estén golpeadas y realizar el transporte de noche, con lo cual se reducirá el estrés causado a los organismos y se podrá aumentar el tiempo en transporte de verano hasta unas 4-6 horas (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Aclimatación

Las crías deben ser aclimatadas con respecto a los parámetros ambientales más relevantes (temperatura y salinidad), cuando la diferencia entre los valores registrados en el transportador y los valores ambientales en el sitio de cultivo sea importante, lo que se consigue mediante un recambio gradual del agua del transportador, con agua del sitio de cultivo. En caso de no requerirse de aclimatación, los organismos son transferidos directamente a una jaula de preengorda.

Preengorda

La semilla de laboratorio tiene por lo general una talla de 4 a 5 cm de longitud y 1.5 a 2.0 g de peso y se preengorda en jaulas flotantes con una malla de 2 a 3 mm de apertura. Cuando la semilla proviene del medio natural las tallas suelen ser muy variables, por lo que deben separarse los organismos de acuerdo a su tamaño utilizando malla de 6 a 8 mm para los ejemplares mayores. Independientemente de su origen, los juveniles deben mantenerse en observación en las jaulas de preengorda durante una semana a fin de detectar anomalías y durante las primeras 24 horas posteriores a la siembra no deben ser alimentados (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Engorda

Conforme los organismos crecen se requiere disminuir la densidad de cultivo y sustituir las jaulas utilizadas por unidades de mayor apertura de malla, de acuerdo al programa de la tabla 2.

Tabla 2.- Programa de cultivo del CRIP-La Paz, para la cabrilla arenera *P. maculatofasciatus*, en jaulas flotantes (tomado de Avilés-Quevedo *et al.*, 1995b).

Tiempo (meses)	Longitud (cm)	Peso (g)	Densidad (org/m ²)	Malla (mm)	Alimento (% peso)
0	3-5	15	200-300	2	10
2	5-10	120	100-200	8	5
4	10-15	300	100	8-12	4
6	15-20	400	100	12	4
7	20-25	500	50-100	25	3
+7	25-30	+500	50	40-50	1-2

Crecimiento y mortalidad en cultivo

La tasa de crecimiento mensual de la cabrilla *P. maculatofasciatus* bajo condiciones de cultivo intensivo en jaulas flotantes en la Bahía de La Paz, B.C.S., varía a lo largo del año, con valores relativamente altos, de 2.77 cm/mes y 97.9 g/mes para los meses de febrero a junio, y valores relativamente bajos, de 2.33 cm/mes y 76.3 g/mes durante los meses de agosto a noviembre (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

A manera de comparación, los groupers (cabrillas), snappers (pargos) y otros seabass cultivados en Singapur presentan un incremento promedio mensual de 80 a 100 g/mes y pueden alcanzar en seis a ocho meses un peso de 600 a 800 g (Anónimo, 1986).

Respecto a la mortalidad, se considera, de manera general para las cabrillas y pargos en cultivo, que equivale a un 5-10% de la población cultivada, porcentaje que no ha sido superado durante los cultivos experimentales de campo en Bahía de La Paz, B.C.S. (Avilés-Quevedo, *et al.*, 1993a).

Relaciones biométricas

Mediante el análisis comparativo de la relación peso-longitud, se ha observado que las cabrillas cultivadas presentan un mejor factor de condición que las silvestres. La relación peso longitud está representada por las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cabrilla Cultivada } Wt = 0.014 L_t^{3.06}$$

$$\text{Cabrilla Silvestre } Wt = 0.036 L_t^{2.71}$$

donde: Wt = peso total y L_t = longitud total de los organismos (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

Un aspecto interesante del cultivo es que si se comparan las relaciones biométricas entre los peces silvestres y los cultivados en jaulas flotantes, se observa que éstos presentan por lo general un peso mayor que los ejemplares silvestres de una misma talla, lo cual se debe probablemente al tipo de alimentación que reciben y a la frecuencia con que se les proporciona, aunado al hecho de que el consumo de energía de los peces en cultivo es necesariamente menor que el de sus congéneres silvestres.

Los machos son relativamente más grandes que las hembras. A partir del estudio histológico y morfométrico se encontró que las hembras presentan una talla promedio de 21.12 cm (SD=2.98, rango de 14.8 a 29.9 cm y n=60) y los machos una talla promedio de 23.22 cm (SD=3.14, rango de 18.4 a 28.7 cm y n=44), mientras que los organismos en etapa de transición, presentaron una talla promedio de 21.12 cm (SD=3.03, rango de 13.1 a 28.6 cm y n=13) (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993). Este mismo comportamiento ha sido observado por Hastings (1989) en un estudio similar realizado con la misma especie.

TECNOLOGÍA DE CULTIVO PARA PARGOS *Lutjanus* spp.

Origen de la tecnología

La tecnología que a continuación se describe ha sido desarrollada en el CRIP-La Paz, dependiente del Instituto Nacional de la Pesca de la SEMARNAP. Aunque no se ha producido semilla en el laboratorio, se han definido con claridad los procesos de engorda para juveniles silvestres de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris*, pargo rayado *L. aratus*, pargo colorado o huachinango *L. peru* y pargo lunarejo *L. guttatus*.

Obtención de reproductores

En la Bahía de La Paz, B.C.S., la reproducción natural de *L. argentiventris* y *L. aratus* se lleva a cabo durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre y a partir de septiembre se pueden coleccionar alevines silvestres (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a). La reproducción de otras especies de pargos como *L. peru* en la Bahía de La Paz, se realiza durante los meses de verano, ya que de junio a agosto se presentan los valores más altos de sus índices gonádicos y gonadosomáticos (Reyna-Trujillo y Ramírez-Luna, 1992).

Los reproductores se cultivan en jaulas flotantes a partir de juveniles silvestres coleccionados del medio natural. Al inicio de la época reproductiva de cada especie se seleccionan los ejemplares que presentan mejor aspecto y características fenotípicas, para transportarlos a la Planta de Producción Experimental de Larvas de Peces Marinos del CRIP-La Paz.

Transporte de reproductores

Para su transporte se utiliza una embarcación de fibra de vidrio de 22 pies de eslora, equipada con un sistema de vivero que permite un recambio continuo de agua durante el viaje. La densidad de transporte es de 1 kg de peces/20 litros de agua. Del embarcadero al laboratorio los peces se transportan en una camioneta, utilizando tanques de plástico de 1000 litros (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Maduración

Los reproductores se colocan en tanques de concreto de 24 m³ de capacidad, con una densidad de 1 a 1.5 kg/m³. Aquí los peces reciben un flujo abierto de agua de mar filtrada, aeración y se alimentan una vez al día a razón del 1% de su peso, con un "pellet húmedo" preparado con pescado, calamar, harina de pescado, vitaminas y minerales. Durante el día el drenaje se realiza por el fondo a razón de un 400 a 500% del volumen total, utilizando además un sifón para extraer la mayor cantidad posible del material sedimentado (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Desove

Los reproductores ingresan al laboratorio con una madurez gonádica tal que inician su proceso reproductivo unos días después, es decir, cuando se han aclimatado a las condiciones de confinamiento en el laboratorio. La maduración y el desove son naturales y no se aplican hormonas ni inductores artificiales para facilitar el proceso. Los huevos viables flotan en la columna de agua y a fin de captarlos por sobreflujo, se modifica el sistema de drenaje de los tanques a un patrón superficial durante el período comprendido entre las 17:00 horas y las 8:00 horas del día siguiente, ya que el desove se presenta durante el crepúsculo y en la noche. La tasa nocturna de recambio de agua es de 200 a 300%, ya que un flujo mayor podría dañar los huevos, que son captados en el flujo de descarga en bolsas con malla de 300 micras (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Incubación

Una vez que se ha estimado el número y calidad de huevos disponibles, éstos se colocan en tanques de fibra de vidrio de 1 m³ de capacidad con agua de mar filtrada y esterilizada con aeración ligera, a una densidad de 40 a 50 huevos/l. Los huevos eclosionan en menos de 24 horas, a una temperatura de 27.7-30.0°C, y el porcentaje de eclosión varía de 66.64 a 98.75% (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a). A la fecha se continúan estas investigaciones y la información disponible por especie se está procesando.

Cultivo larval

Para el cultivo larval se utilizan tanques de fibra de vidrio de 1 m³, inicialmente en sistema estático y con aeración suave para no lastimar a las larvas. A partir del quinto día se inicia la rutina de limpiar, cada tercer día, el fondo de los tanques para eliminar desechos particulados y hacer un recambio diario del agua. Al principio se recambia un 20% del volumen y la proporción se incrementa progresivamente conforme avanza el período de cultivo (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Las larvas recién eclosionadas de *L. argentiventris* miden 2.2-2.5 mm de longitud y están provistas de un saco vitelino que se extiende anteriormente ocupando aproximadamente el 20% de la longitud total. Las larvas son muy delicadas, translúcidas y flotan cerca de la superficie. Al tercer día después de la eclosión las larvas han absorbido por completo el vitelo y presentan la boca y el ano abiertos, alcanzando una longitud de 2.75 mm, y es entonces cuando se inicia la alimentación exógena con rotíferos cultivados (*Brachionus plicatillis*). A la fecha los cultivos larvales no se han extendido por más de 15 días debido a que se han encontrado algunos problemas con la alimentación larval, pero se continúan las investigaciones y la información disponible por especie se encuentra en proceso.

Colecta de semilla silvestre

Los alevines tempranos de pargo amarillo y pargo raicero aparecen a finales de la primavera y frecuentemente se pueden ver en las pozas de marea y esteros, mientras que los juveniles tardíos

se agrupan en cardúmenes alrededor de los arrecifes, principalmente durante el verano. Los juveniles de pargo raicero son abundantes en los esteros de la parte central del Golfo de California (Thomson *et al.*, 1987). En la Bahía de La Paz se pueden coleccionar juveniles de pargo amarillo y raicero durante los meses de mayo a octubre, mientras que los juveniles de huachinango (*L. peru*) y pargo lunarejo (*L. guttatus*) se pueden capturar de noviembre a mayo.

Transporte de semilla

Actualmente no se tiene una producción de semilla de pargo, y sólo se tienen referencias para el transporte de juveniles silvestres siguiéndose los mismos procedimientos utilizados para el transporte de crías de cabrilla, anteriormente descritas.

Aclimatación

Las crías silvestres generalmente no requieren de aclimatación, porque se capturan en la Bahía de La Paz y no existen diferencias marcadas con respecto a variables ambientales como temperatura y salinidad entre los sitios de colecta y de cultivo, por lo que es usual su transferencia directa del transportador a una jaula de preengorda.

Preengorda

La semilla que proviene del medio natural presenta generalmente una gran disparidad de tallas, por lo que se separan los organismos de acuerdo a su tamaño, para evitar canibalismo y competencia por alimento. Los juveniles se mantienen en observación en las jaulas de preengorda durante una semana a fin de detectar escoriaciones y lastimaduras que pudieran originar infecciones transmisibles. Durante las primeras 24 horas posteriores a la siembra no debe darse alimento (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Engorda

Conforme los organismos van creciendo se requiere disminuir la densidad de cultivo y substituir las jaulas utilizadas por unidades de mayor apertura de malla. En este caso se aplica el programa de cultivo anteriormente descrito para la cabrilla.

Crecimiento y mortalidad en cultivo

En el pargo raicero *L. aratus*, cultivado en jaulas flotantes en la Bahía de La Paz (Bahía Falsa), se pueden distinguir tres ritmos de crecimiento a lo largo del año. Durante los meses de noviembre a abril crece a razón de 1.89 cm/mes y 82.78 g/mes, de junio a noviembre tiene un crecimiento de 2.82 cm/mes y 93.98 g/mes y los valores más altos en la tasa de crecimiento se presentan en los meses de febrero a agosto, con 3.5 cm/mes y 148.89 g/mes, con una Tasa de Conversión Alimenticia (FCR) de 8.88:1. La relación peso-longitud del pargo rayado *L. aratus* está representada por la ecuación

$$W_t = 0.058 L_t^{2.77}$$

donde W_t = peso total y L_t = longitud total de los organismos (mm) (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

De acuerdo con el Atlas Pesquero de México, el pargo amarillo *L. argentiventris* puede alcanzar hasta 60 cm de longitud y 9 kg de peso (SEPESCA-INP, 1994). En condiciones de cultivo, el pargo amarillo tiene dos temporadas con ritmos de crecimiento diferentes en un ciclo anual. Durante los meses de noviembre a julio crece a un ritmo relativamente lento, a razón de 1.13 cm/mes y 22.25 g/mes, pero su desempeño mejora notablemente durante los meses de agosto a noviembre, con

una tasa de 1.72 cm/mes y 46.5 g/mes, con una Tasa de Conversión Alimenticia (FCR) de 8.55:1. La relación peso-longitud del pargo amarillo *L. argentiventris* está representada por la ecuación:

$$W_t = 0.026 L_t^{3.16}$$

donde W_t = peso total y L_t = longitud total de los organismos (mm) (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

A manera de comparación, la especie *Lutjanus analis* mantenida en cautiverio con un alimento a base de sardina fresca ha crecido de 44 g hasta 209 g en 153 días, con un factor de conversión alimenticia (FCR) de 13.6 : 1 (Tucker y Jory, 1991).

Respecto a la mortalidad, los pargos tienen mayor supervivencia que la cabrilla en cautiverio y no han presentado ninguna enfermedad (Avilés-Quevedo *et al.*, 1993a).

TECNOLOGÍA DE CULTIVO PARA ROBALOS *Centropomus* spp.

Origen de la tecnología

Los estudios realizados al respecto son escasos y se enfocan principalmente a su taxonomía y a algunos aspectos del ciclo de vida de las especies del Golfo de México, el robalo blanco *C. undecimalis* y el robalo prieto *C. poeyi* (Chávez, 1963, 1981). A nivel internacional, el mayor avance tecnológico se tiene con el cultivo del Barramundi *Lates calcarifer*. A nivel local, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, S.C.) ha realizado estudios de preengorda a nivel experimental en tanques de 200 litros.

Obtención de reproductores

Es posible encontrar reproductores cerca de la desembocadura de los ríos durante los ciclos de luna llena y nueva, o en los sitios donde se producen desoves naturales. Se capturan utilizando trampas, redes de encierro, redes agalleras y otras. La información disponible en relación a los robalos del Pacífico mexicano es escasa; sin embargo, se puede señalar que las especies presentes en Baja California Sur son las únicas que no penetran en cuerpos de agua dulce (escasos y ocasionales), aunque ingresan a los cuerpos costeros lagunares (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

Maduración y desove

Para llevar a cabo la producción de "semilla" de robalo y otros centropómidos, se pueden capturar reproductores maduros y confinarlos en estanquerías para su desove natural o coleccionar larvas y juveniles silvestres y cultivarlos hasta la talla reproductiva. Para producir semilla en el laboratorio, los reproductores deben confinarse en tanques de fibra de vidrio de 10 m³ con agua de mar filtrada a 30 ‰ de salinidad y recambio diario de 80 a 100 %, para desovarlos mediante tratamientos hormonales o fotoperíodo natural. Los picos reproductivos del robalo están asociados al fotoperíodo de verano, por lo que es posible provocar el desove manejando lapsos de 10 a 13 horas diarias de luz y control térmico del agua a 28 °C con una variación de 2 °C. Con la aplicación de hormonas como la gonadotropina coriónica humana HCG, se pueden lograr desoves naturales o inducir la maduración para, posteriormente, obtener los gametos mediante masaje abdominal (Tucker y Jory, 1991; SEPESCA-CIBNOR, 1994).

El robalo común o common snook ha sido cultivado a partir de huevo hasta los 725 g de peso promedio, en un período de 15 meses y es rutinaria la inducción del desove de reproductores silvestres con HCG. Se ha logrado también, la inducción a la ovulación en cautiverio pero no se ha complementado con un desove natural o inducido. La calidad de los huevos es generalmente buena, pero en algunas ocasiones se presentan grandes mortalidades, asociadas al parecer con el agotamiento del vitelo, debido probablemente a una deficiente alimentación, que a su vez podría

relacionarse con deficiencias en ácidos grasos esenciales o con el suministro de alimento vivo demasiado grande para ser ingerido por las larvas (Tucker y Jory, 1991).

Incubación y cultivo larval

La colecta de huevos fecundados puede realizarse a partir del sobreflujo de agua de los tanques de desove, con ayuda de las corrientes generadas por la aeración y recirculación, o mediante su colecta de la capa superficial del agua, ya que los huevos viables generalmente flotan y los infecundos se precipitan al fondo. Los huevos fecundados se cuantifican mediante extrapolación a partir de muestras representativas, se tratan con baños de Acriflavin MR durante un minuto y se enjuagan abundantemente con agua de mar. Se recomienda mantener la salinidad entre 20 y 30 ‰ y la temperatura entre 26 y 28°C, asegurando una aeración adecuada y con ello la eclosión se alcanza entre las 17 y 18 horas. Es deseable la eclosión de al menos un 80% de los huevos y durante este proceso se recomienda un recambio del agua de al menos 30% por hora y sifoneo del fondo para eliminar las enzimas resultantes de la eclosión, ya que dañan considerablemente a las larvas (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

El cultivo larval se puede continuar en los tanques de incubación o en contenedores de 200 a 5000 litros de capacidad, poniendo en cada tanque una lámpara de halógeno de 500 W, con un regulador de intensidad luminosa, ya que no se debe apagar y/o encender bruscamente la luz para evitar daños en el desarrollo natural de las larvas. El mantenimiento de las larvas se efectuará controlando la calidad del agua y la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto que requiera la especie de robalo cultivada (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

Las larvas de *C. undecimalis* eclosionan con una talla de 1.4 a 1.5 mm y la flexión se presenta cuando alcanzan de 3.6 a 3.8 mm de longitud; los radios de las aletas dorsal y anal terminan de formarse alrededor de los 7 mm de longitud y las primeras escamas aparecen a los 14 mm. El margen posterior del preopérculo y algunas veces el borde lateral, presentan serraciones y espinas muy pequeñas (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

Colecta de semilla silvestre

La variación estacional de larvas de robalo en el Pacífico mexicano es difícil de indicar porque no existen reportes al respecto no obstante que se tiene información importante sobre las especies del Golfo de México (Chávez, 1963). Los juveniles de *Centropomus* robalito penetran en las lagunas costeras y esteros, aprovechando la infiltración salina por efecto de la marea (Green, 1993, citado por SEPESCA-CIBNOR, 1994).

En Baja California Sur el principal problema para el cultivo de robalo a partir de semilla silvestre es la escasez de alevines, que son relativamente abundantes en otros estados de la república, como Sinaloa, Nayarit, Chiapas, etc., y de donde habría que traerlos mientras no se pueda cerrar el ciclo con la producción local de crías en el laboratorio.

Preengorda

Para la preengorda de las crías en el laboratorio se pueden utilizar estanques de precría de 10 m³ y en ellos se lleva a cabo el "destete", que es el momento en que el alimento con presas vivas se substituye por alimento inerte o peletizado (SEPESCA-CIBNOR, 1994). La preengorda en el campo depende del sistema de cultivo empleado. Si el cultivo se realiza en estanquería, las crías se podrían "maternizar" en estanques de precría siguiendo el modelo de cultivo de camarón. Si se aplica el sistema de cultivo en jaulas flotantes, las crías se colocarían en jaulas relativamente pequeñas y manejables con una malla adecuada a su tamaño.

Engorda

Las expectativas de maricultivo del robalo mexicano son interesantes y en lo que se refiere al mercado de exportación, existe, probablemente en los Estados Unidos de América y en Europa, una clientela bastante amplia y dispuesta a pagar un alto precio por disfrutar el sello de exotismo del robalo mexicano, cuyo sabor y aspecto es bastante cercano al robalo europeo (France Aquaculture, 1985).

La engorda de robalo puede iniciarse desde que los pececillos tienen 50 mm de longitud, ya sea en jaulas flotantes, estanquería supralitoral con bombeo de agua o en estanquería intermareal con intercambio de agua por la acción de la marea. Si el cultivo se inicia con semilla silvestre, es necesaria su aclimatación (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

En los estados de Chiapas, Nayarit, Sinaloa, Campeche, Tabasco y Veracruz existen las condiciones apropiadas para desarrollar el cultivo de robalo, toda vez que cuentan con el agua dulce de los ríos para su reproducción. Sin embargo, Baja California Sur ofrece las condiciones ideales para la engorda en jaulas flotantes (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

El robalo común (common snook) es muy popular desde Florida E.E.U.U. hacia el sur, por su alta calidad nutricional y gran aceptabilidad. Los robalos se han podido cultivar a la talla de 1.6 kg en estanquería experimental, utilizando un alimento peletizado. También se han manejado, con resultados bastante prometedores, en policultivo con tilapia en estanquería rústica, con objeto de aprovechar sus hábitos depredadores para eliminar la sobrepoblación de juveniles de la tilapia y aumentar la producción (Tucker y Jory, 1991).

Crecimiento y mortalidad en cultivo

Se tienen referencias de que *C. undecimalis*, cultivado en Brasil y en los Estados Unidos de América con fines de pesca deportiva, puede crecer a una talla de 29.7 cm y un peso de 397 g en dos años y que, en este mismo tiempo, *C. poeyi* alcanza los 31.8 cm y 565 g de peso (France Aquaculture, 1985). Sin embargo, de acuerdo con la especie y las condiciones donde se desarrollan, los robalos pueden alcanzar un peso de 500 g entre los seis y los ocho meses de edad, por lo que resultan interesantes para la acuicultura comercial (SEPESCA-CIBNOR, 1994).

TECNOLOGÍA DE CULTIVO PARA PAMPANO *Trachinotus* spp.

Origen de la tecnología

Los pámpanos, palometas, permits o jacks, son peces de los llamados "duros", muy apropiados para las condiciones de manipulación que implica el cultivo (Coll-Morales, 1983). El pámpano común *T. carolinus* está siendo cultivado por su gran fortaleza y adaptabilidad al manejo en cautiverio y a la alimentación artificial, principalmente en el estado de Florida, aunque también en California y Louisiana, E.U.A. (SEPESCA-IMIT, 1994).

La experiencia local en el cultivo de *T. paitiensis* data de 1976 a 1978, cuando el personal técnico de la Dirección de Acuicultura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos llevó a cabo un cultivo experimental en jaulas flotantes en el estero Santo Domingo (France Aquaculture, 1985).

Obtención de reproductores

Los reproductores pueden obtenerse del medio natural, donde se capturan con redes. Al parecer las poblaciones naturales en el estero Santo Domingo, B.C.S., maduran durante la primavera y es entonces cuando se pueden obtener adultos para el desove (France Aquaculture, 1985).

Maduración y desove

De acuerdo con Tucker y Jory (1991), los pámpanos pueden, por lo general, ser inducidos a desovar durante todo el año. Los adultos de *Trachinotus* sp maduran y desovan naturalmente durante los meses de primavera y verano en el estero Santo Domingo, en la costa Pacífico de Baja California Sur (France Aquaculture, 1985).

Cultivo larval

Las investigaciones dirigidas al establecimiento de proyectos comerciales de cultivo, en el estado de Florida y en la República Dominicana, fallaron en sus inicios por la falta de una dieta apropiada, pero se demostró la factibilidad técnica del cultivo y se tuvieron elementos para proyectar una instalación comercial que incluye la producción de alevines en Florida y su transporte a instalaciones de engorda en las Bahamas. Actualmente, el cultivo larval del pámpano se debe realizar exclusivamente con alimento vivo, como rotíferos y Artemia, pero ya en la fase de alevín se pueden utilizar dietas balanceadas (Tucker y Jory, 1991).

Colecta de semilla silvestre

De acuerdo con las experiencias del personal de la SEPESCA (hoy SEMARNAP), los alevines silvestres de *Trachinotus* sp. son abundantes en los recintos costeros del sistema lagunar de Santo Domingo B.C.S., durante los meses de mayo a octubre (France Aquaculture, 1985).

Preengorda

La preengorda de alevines se puede realizar con alimento artificial, tanto en estanques supralitorales como en jaulas flotantes. Aunque el pámpano no es una especie caníbal, conviene separar las crías de acuerdo a su talla para reducir la competencia por alimento que afectaría a los ejemplares menores (SEPESCA-IMIT, 1994).

Engorda

En el estero Santo Domingo, B.C.S., se realizó el cultivo experimental del pámpano *Trachinotus paitiensis*, durante los años de 1976 a 1978; los alevines silvestres alcanzaron la talla comercial de 400-500 g en cajas de cultivo flotantes. Lo interesante de esta experiencia es que se utilizó una dieta mixta a base de pescado fresco y peletizado para aves o trucha (France Aquaculture, 1985), lo que resulta prometedor para planificar una engorda a nivel piloto-comercial.

Entre las ventajas que tendría el cultivo de pámpano se pueden citar la gran demanda del producto y el buen precio que alcanza en el mercado, la relativa facilidad para obtener crías silvestres del medio natural a lo largo del año, la facilidad con que se adaptan al manejo en cautiverio y a la alimentación artificial, la disponibilidad actual de medios preventivos para el control de enfermedades y, en general, la disponibilidad de tecnología asimilable, al menos para el cultivo de ciclo incompleto con semilla silvestre.

Crecimiento y mortalidad en cultivo

La talla que alcanza el pámpano común *T. carolinus* es de 50 cm. Otros carángidos del mismo género son mayores, como el permit *T. falcatus* que puede crecer hasta un metro, y menores, como la palometa *T. glaucus* que alcanza los 33 cm, por lo que se especula que el permit debe tener un rápido crecimiento mientras que el de la palometa debe ser más lento. A una temperatura y alimentación óptimas, el pámpano de Florida crece a razón de 2.5-3.0 cm y 60-80 g por mes, alcanzando una talla comercial en seis meses de semicultivo (Coll-Morales, 1983).

En Martinica se ha utilizado un alimento peletizado, formulado para el "seabass" europeo (Aqualim BAR-GSO), con resultados exitosos en la engorda de crías de permit y palometa, con una Tasa de Conversión Alimenticia (FCR) de 6:1. Las experiencias en el policultivo de estas especies demuestran que pueden alcanzar un peso comercial de 250 a 300 gramos en seis o siete meses de engorda. Después de 12 meses de engorda en policultivo la palometa alcanzó un peso de 500 g y el permit 900 g pero se sabe que, de manera excepcional, estos peces pueden llegar a pesar hasta 1,200 g en 12 meses de engorda y que la palometa ha crecido incluso más rápido con un alimento peletizado que con pescado de desecho (Tucker y Jory, 1991).

I.C. MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD

El marco legal de la acuicultura que actualmente se aplica en México, tiene por objeto promover la producción pesquera y la acuicultura, simplificando las leyes, reglamentos y normas vigentes, dar certidumbre jurídica al inversionista bajo un ordenamiento transparente, sencillo y claro y fomentar un mayor flujo de recursos para la pesca y la acuicultura.

Para llevar a cabo proyectos de acuicultura pueden requerirse autorizaciones, permisos y concesiones acuícolas. Sin embargo, para la instalación de artes de cultivo flotantes, como es el caso de las jaulas de cultivo, ampliamente utilizadas en el mundo para el cultivo de peces marinos, no se requiere concesión de uso del agua sino únicamente la autorización correspondiente, lo que simplifica en alto grado los trámites.

Sabiendo que la inversión es uno de las limitantes para el desarrollo de la piscicultura marina comercial, es conveniente saber que la participación extranjera en la actividad acuícola puede ser de hasta un 100% en las empresas de acuicultura y en las actividades de industrialización, comercialización y distribución de sus productos.

Por otra parte, en lo que se refiere a las cuestiones tributarias, existe una exención del 50% en el Impuesto Sobre la Renta, para personas físicas, empresas privadas y sociedades cooperativas dedicadas exclusivamente a la acuicultura y se contempla la devolución del Impuesto al Valor Agregado (IVA) cuando el productor acuícola paga aranceles sobre insumos y se permite la depreciación acelerada hasta por el 62% de la inversión inicial en infraestructura y hasta el 89% en maquinaria y equipo.

I.D. EL SECTOR PRODUCTIVO

En virtud de que no existe el cultivo de peces marinos a nivel comercial, los grupos productivos que estarían involucrados en esta actividad podrían pertenecer por igual al sector privado, que incluye a permisionarios de pesca y empresas del ramo, que al sector social conformado por sociedades cooperativas de producción pesquera tradicionales, ejidales ó acuícolas, sociedades de producción rural y sociedades de solidaridad social.

La piscicultura marina extensiva, principalmente de especies detritívoras y omnívoras como la lisa *Mugil cephalus*, ha ofrecido alternativas muy importantes para el autoconsumo y la acuicultura de subsistencia en países y regiones económicamente deprimidos, por lo que no debe subestimarse esta alternativa de producción para promover el desarrollo rural. En cambio, la acuicultura intensiva demanda mayor tecnificación e inversión, por lo que parece razonable

promover grandes proyectos a desarrollarse principalmente por empresas privadas con tecnología y capital.

I.E. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN

ORIGEN DE LA PRODUCCIÓN

No se pueden dar cifras de producción por cultivo de peces marinos en México porque la actividad se encuentra aún en niveles de desarrollo experimental y piloto. Sin embargo, de acuerdo con los planes estatales de gobierno, la actividad pesquera es uno de los factores importantes para la economía del Estado y la pesca de escama es considerada como una actividad estratégica para el desarrollo económico y social.

El mercado de cabrillas y meros, nombre con el que se identifica a algunas especies de la familia Serranidae en el Pacífico mexicano, depende totalmente de la captura de especímenes silvestres. El recurso se explota principalmente en las costas del noroeste de México, y lo componen básicamente tres especies *P. maculatofasciatus*, *E. analogus* y *E. labriformis*. La captura nacional por entidades federativas ubica a Baja California Sur en el primer lugar de producción, con un aporte del 49.34% del volumen total, seguido por los estados de Sinaloa con 16.9% y Baja California con 15.47%. El volumen máximo de captura para este recurso fue de 760 toneladas en 1986 y a partir de entonces la producción ha fluctuado entre 300 y 425 toneladas anuales. A nivel nacional el volumen de captura del robalo del Pacífico ha fluctuado de 550 a 620 toneladas (1985 a 1990), siendo Chiapas el estado con mayor producción, aportando el 25.5%, seguido por Nayarit con el 21.3% y Jalisco y Sinaloa con 11.3%. Baja California Sur aporta el 1.64%. Por lo que respecta a los pargos, los volúmenes de captura se han incrementado discretamente en los últimos años, pasando de 1461 t en 1985 a 2308 t en 1990. Baja California Sur es el Estado que mayor producción aporta a la producción de pargo del Pacífico (25.8 %), seguido por Oaxaca con 13.0% y Jalisco con 12.9% (SEPESCA-INP, 1994). Sin embargo, esta información no coincide con la obtenida de los Anuarios Estadísticos de Pesca, que se resume en la tabla 3.

Tabla 3.- Captura en toneladas de los principales grupos de escama en Baja California Sur (tomado de SEPESCA, 1982, 1991, 1992).

Especie	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1991	1992	1994
Cabrilla	800	544	518	-	-	-	-	180	225	27	27	41
Pargo	874	987	750	540	959	1065	-	838	993	686	769	1024
Corvina	134	137	236	388	342	324	-	434	476	483	441	542
Robalo	-	-	3	-	14	-	-	-	-	11	2	6

FORMAS DE PRESENTACIÓN

A nivel nacional el pescado se consume fresco enhielado, entero o fileteado. Para los peces marinos cultivados, la mejor alternativa siempre será la del pescado vivo y la pre-venta de la producción a pie de jaula o de estanque, porque en este caso el embarque y transporte corren por cuenta del comprador.

II. POTENCIAL DE CULTIVO

En Baja California Sur se cuenta con experiencia en el cultivo de moluscos como el ostión japonés *Crassostrea gigas* y la almeja catarina *Argopecten circularis* y crustáceos como el camarón blanco *Penaeus vannamei*, pero en lo que se refiere al cultivo de peces marinos la experiencia es escasa y se ubica aún en el nivel de desarrollo. No obstante, la disponibilidad de sitios aptos para el establecimiento de proyectos comerciales es grande.

II.A. ÁREAS Y VOLÚMENES POTENCIALES

ÁREAS DE CULTIVO DISPONIBLES

El Estado posee una vasta extensión de mar patrimonial, con un litoral de 2,200 km (aproximadamente 1500 km sobre el Océano Pacífico y 700 km en el Golfo de California), además cuenta con 14 cuerpos de agua protegidos con una extensión de 224000 hectáreas potenciales para el cultivo (Amador-Buenrostro, 1983). Sin embargo, la gran mayoría de los cuerpos de agua con potencial bioecológico para el cultivo de peces marinos debe descartarse por cuestiones de logística, accesibilidad y disponibilidad de servicios y no existen estudios detallados al respecto, sobre los cuales basar una estimación real.

Las localidades más importantes por su extensión y accesibilidad, que cuentan con las características adecuadas de temperatura, salinidad, recambio de agua, velocidad de las corrientes y profundidad (Contreras, 1985), es decir, aptas para desarrollar el cultivo de cabrillas y pargos en jaulas flotantes son: Bahía de La Paz, Ensenada de Muertos, Bahía de La Ventana, Bahía Magdalena, Bahía Concepción, Punta Abreojos, San Ignacio, Laguna de Guerrero Negro, Laguna Ojo de Liebre y Bahía Tortugas. Estos lugares presentan condiciones libres de contaminantes urbanos, industriales y agrícolas, lo que permite valorarlas como de alto potencial para el cultivo de la cabrilla arenera, pargo amarillo, pargo raicero, pargo colorado y pargo lunarejo.

VOLUMEN POTENCIAL

El cultivo de peces marinos en México se encuentra en sus etapas iniciales. En 1994 la Secretaría de Pesca (hoy Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca) contrató los servicios de la empresa Ecotecnias Consultores, S.A. de C.V., para valorar las posibilidades de la piscicultura marina. La empresa desarrolló el proyecto "Cultivo de peces marinos en Baja California Sur" y, por el antecedente de que el CRIP-La Paz ha realizado investigaciones para el cultivo de la cabrilla arenera *P. maculatofasciatus* en Bahía Falsa (una pequeña caleta situada en la Bahía de La Paz, B.C.S.), se consideró recomendable desarrollarlo con un enfoque prioritario hacia esta especie, utilizando el sistema de jaulas flotantes (SEMARNAP-ECOTECNIAS, 1995).

El proyecto contempla la construcción de una unidad de producción compuesta por 10 módulos de 14 jaulas de 6 x 6 m, con una capacidad de producción anual estimada en 170 toneladas de cabrilla. A solicitud de autoridades centrales de la SEMARNAP, la empresa Grupo Mazavi Acuacultores Asociados, S. de R.L. de C.V., en coordinación con los investigadores del proyecto "Cultivo de Peces Marinos de Importancia Comercial" del CRIP-La Paz, propuso la alternativa de un proyecto piloto, con base en la utilización de dos módulos de 28 jaulas de 3 x 3 metros. La propuesta a nivel piloto tiene una capacidad de producción equivalente al 10% del proyecto

comercial y existen posibilidades de que se lleve a cabo con recursos propios de la SEMARNAP, con la participación de particulares.

Con este antecedente, y para efectos de cálculo del potencial existente en Baja California Sur para el cultivo de peces marinos, se consideró que las jaulas de cultivo ocupan físicamente un área de cuerpo de agua, pero por cuestiones de manejo, éstas tienen que estar separadas entre sí, por lo que ocuparían un área de cultivo intensivo cuatro veces mayor. Por otro lado, la ubicación de las jaulas debiera rotarse periódicamente para facilitar la mineralización del fondo marino y evitar su degradación, de modo que se requerirían de un área operativa cuatro veces mayor. Finalmente, en función de las características del cultivo, se requerirían adicionalmente de un área de amortiguamiento, donde no debieran instalarse otros proyectos similares.

Tomando como base lo anterior, el cálculo del potencial se basó en las siguientes consideraciones de orden técnico:

- El área físicamente ocupada por 140 jaulas del proyecto comercial es de 0.5 ha.
- El área de cultivo intensivo para operar 140 jaulas de 6 x 6 m es de 2 ha.
- El área operativa para la ubicación (rotativa) de 140 jaulas de 6 x 6 es de 8 ha.
- El área de amortiguamiento para 140 jaulas de 6 x 6 es de 32 ha.

De lo anterior se concluye que se requerirían 32 ha de espejo de agua con buenas condiciones bioecológicas y un adecuado recambio de agua, como superficie mínima para operar las instalaciones de cultivo de un proyecto comercial de 170 toneladas, similar al propuesto por Ecotecnias Consultores, S.A. de C.V. Sin embargo, existe aún incertidumbre bioecológica y tecnológica, principalmente en lo que respecta a la disponibilidad de crías silvestres y/o de producción de semilla en el laboratorio, para hacer frente a la demanda esperada de este insumo, además de que la disponibilidad de alimento fresco es incierta (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a).

Sin embargo, en el caso de que se pudiera disponer de todos los elementos necesarios para cubrir los requerimientos de semilla e insumos, y de continuarse con las líneas de investigación en este campo, se podrían considerar los siguientes escenarios de producción:

a) Realizar un cultivo de cabrilla arenera *P. maculatofasciatus* a nivel piloto en Bahía Falsa, B.C.S., con la participación de todas las instituciones locales de investigación (CIBNOR, CICIMAR, UABCS, ITMAR, CETMAR) aplicando la tecnología base desarrollada en el CRIP-La Paz. Con ello se estaría en condiciones de producir 17 toneladas anuales de pescado, pero de manera sobresaliente, se podrían obtener los elementos técnicos y económicos necesarios para escalar el proyecto a un nivel industrial en un plazo aproximado de tres años.

b) Llevar a cabo cuatro proyectos de cultivo a nivel piloto en las localidades más idóneas del Estado, con el mismo esquema de participación de los centros de investigación antes descrito. Con ello se esperaría producir 68 toneladas de pescado al año y escalar la tecnología existente al nivel industrial en un plazo menor de tres años.

c) Asumir los riesgos relativos a la inseguridad en la disponibilidad de crías y alimento, e iniciar un proyecto comercial para producir anualmente 170 toneladas de pescado. Con ello se esperaría validar la tecnología disponible y establecer en un plazo de tres a cinco años, 10 proyectos comerciales en diferentes localidades del Estado, con la expectativa de llegar a una producción de 1700 toneladas anuales, cifra considerablemente mayor a la registrada en capturas (tab. 3).

Como estrategia global, parece más recomendable la primera alternativa, e iniciar el cultivo con especies locales razonablemente conocidas en cuanto a su manejo y con características que permiten prever avances biotecnológicos sustanciales en un corto y mediano plazo. Existen a la fecha diversos esquemas de financiamiento a las actividades de innovación tecnológica, a través del CONACYT, SIMAC, Banco Mundial y entidades internacionales, con las cuales se podrían

establecer convenios muy favorables que no gravarían la economía del inversionista porque tienen una función de promoción y fomento.

II.B. APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

La información actualmente disponible se refiere al conocimiento de la biología de las especies potenciales, su comportamiento en cautiverio y el manejo de los sistemas de cultivo, de modo que para aprovechar las experiencias acumuladas debe establecerse una estrategia de acción para escalar su aplicación a nivel comercial, con la confianza de que se puede disponer de los elementos biotecnológicos que esta empresa requiere, pero también con la certidumbre de que estos proyectos, como todos los de acuicultura, son generalmente de alto riesgo.

Para aprovechar el potencial existente y promover el desarrollo y consolidación de la piscicultura marina en Baja California Sur, se deberían canalizar los esfuerzos y la inversión, al dominio tecnológico y a buscar el escalamiento al nivel comercial del cultivo de una especie conocida, como podría ser el caso de la cabrilla y, de manera paralela, iniciar cultivos a nivel piloto, con esquemas de fomento y/o de riesgo compartido, con los pargos, pámpanos, corvinas y robalos.

DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

No existe disponibilidad de semilla de peces marinos en el mercado. A la fecha, en el CRIP-La Paz se ha podido cerrar el ciclo de cultivo para la cabrilla arenosa *Paralabrax maculatofasciatus* con la producción de "semilla" en el laboratorio y su engorda en jaulas flotantes en Bahía Falsa, B.C.S. También se han definido con claridad los procesos de engorda para semilla silvestre de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris*, pargo rayado *L. aratus*, pargo colorado o huachinango *L. peru* y pargo lunarejo *L. guttatus*, y se continúan los estudios para desarrollar tecnología para la producción de semilla en el laboratorio y el cultivo integral de ciclo completo (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995a), pero la tecnología disponible debe validarse y escalarse al nivel comercial.

Por otro lado, muchos cultivos comerciales en el mundo, como el de jurel en Japón, se basan en la colecta de semilla silvestre y esto no ha limitado su expansión. Con este antecedente, se considera que combinando semilla silvestre y de laboratorio, se podrían iniciar proyectos de cultivo a nivel piloto, con una perspectiva comercial en el mediano plazo, para diferentes localidades y especies nativas de Baja California Sur.

Sin embargo, para consolidar la actividad con un margen aceptable de seguridad, deberá considerarse la necesidad de cerrar el ciclo de producción con semilla de laboratorio, evitando así la azarosa dependencia de crías provenientes de las poblaciones silvestres, cada vez más diezmadas y sujetas, por otro lado, a la influencia de factores ambientales adversos.

ALIMENTO

Las experiencias locales de cultivo de peces marinos se han desarrollado utilizando una mezcla húmeda de pescado molido de tercera, harina de pescado, vitaminas, minerales y otros insumos. No existe disponibilidad local de un alimento peletizado para peces marinos y se requieren estudios para formulación, evaluación y producción comercial.

En países con tradición en el cultivo de peces, existe una oferta permanente de alimento balanceado y/o de pescado de tercera clasificado por tallas, que puede adquirirse por bloques congelados, pero en nuestro caso, sería necesario capturar las especies forrajeras y contar con una

infraestructura que incluya una línea de fríos para la conservación de esta materia prima. Esto incrementaría los costos de producción y haría muy difícil establecer proyectos importantes en sitios carentes de energía y servicios.

MATERIALES

Las balsas de cultivo flotantes se pueden construir con madera, metal, fibra de vidrio PVC, ABS y espuma de poliuretano. Las jaulas donde se mantiene a los peces en cultivo se fabrican con cabos, hilos y mallas sintéticas usuales en la actividad pesquera tradicional. Todos los materiales requeridos se pueden adquirir en el mercado nacional.

EQUIPOS

Entre los equipos necesarios para la piscicultura marina intensiva a nivel comercial se encuentran principalmente los utilizados para la elaboración y distribución automatizada de alimento. Estos equipos no se construyen en el país, por lo que tendrían que importarse de Europa, Japón o E.U.A.

MANO DE OBRA

Los trabajos a desarrollar pueden ser desempeñados por los técnicos, profesionistas y post-graduados que egresan de las instituciones locales y por los pescadores y habitantes ribereños del Estado. Los aspectos de producción de semilla son los que demandarían un mayor nivel de preparación y escolaridad en el personal.

II.C. NUEVAS TECNOLOGÍAS

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

A nivel mundial, el principal cuello de botella sigue siendo la obtención de "semilla" y sobre este particular se realizan grandes esfuerzos que han fructificado en notables avances tecnológicos, pero aún no se cubren los requerimientos de la industria acuícola mundial que se encuentra en total expansión (Sorgeloos y Sweetman, 1993).

En la Planta de Producción Experimental de Larvas de Peces Marinos del CRIP-La Paz, se tiene una capacidad de producción instalada de 10 m^3 , en donde se pueden producir 2 000 juveniles de cabrilla arenera (2.5 cm) por corrida, teniendo la posibilidad de obtener tres corridas por año. La Unidad Pichilingue de la UABCS cuenta con instalaciones para la producción de semilla de peces marinos pero no se tienen antecedentes de producción de semilla. En la Unidad Piloto de Maricultura del CICIMAR-IPN, también se han obtenido crías de peces marinos a nivel experimental. En el CIBNOR S.C. se construirá un laboratorio para producción de crías de peces marinos en 1996. Con toda esta infraestructura operando y con los avances logrados a nivel mundial, es lógico suponer que en un corto plazo se podrán generar, adecuar y/o asimilar, las tecnologías necesarias para la producción masiva de semilla en La Paz, B.C.S.

CULTIVO A TALLA COMERCIAL

Las nuevas tecnologías de engorda apuntan de manera importante hacia los cultivos intensivos en jaulas flotantes con instalaciones de apoyo también flotantes, que incluyen las instalaciones industriales para la producción y suministro mecanizado del alimento natural o peletizado. También, se aprecia una tendencia a la hiper-intensificación del cultivo en estanquería de bajo volumen con altos niveles de flujo, incluso con sistemas de recirculación y circuito cerrado.

II.D. ORGANIZACIÓN DEL SECTOR Y NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Si el objetivo es promover la acuicultura extensiva con propósitos de subsistencia y autoconsumo, los grupos sociales serían los candidatos idóneos y en ellos se incluyen las sociedades cooperativas, de producción rural, y de solidaridad social, ejidos y comunidades ribereñas y los grupos de pescadores libres. En el cultivo extensivo se aplica una tecnología de bajo nivel con alto contenido artesanal, que sería fácilmente asimilable por los usuarios.

Si se trata de promover grandes proyectos de piscicultura intensiva, se requiere de la participación de pequeñas, medianas y grandes empresas con capital, acceso a las tecnologías de punta y solidez administrativa con visión de largo plazo. Las necesidades de mano de obra con alto perfil científico y tecnológico provendrían de las propias empresas y de las instituciones locales y nacionales de docencia e investigación. Es muy probable que se requiera de la capacitación de personal en el extranjero o que ingresen al país especialistas foráneos. Lo más recomendable es que se establezcan convenios de participación entre los centros de investigación y las empresas acuicultoras.

II.E. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

En términos generales el marco legal y normativo de la acuicultura se ha flexibilizado para dar cabida a la inversión privada y ésto ya representa de por sí un avance importante. Sin embargo, se aprecia claramente la necesidad de que las dependencias federales y estatales de gobierno relacionadas con la acuicultura establezcan programas de extensionismo acuícola y promuevan la investigación científica y tecnológica en materia de piscicultura marina.

BIBLIOGRAFÍA

- AMADOR-BUENROSTRO, J. 1983. Cultivo de la almeja catarina, *Argopecten circularis* en la Ensenada de La Paz, B.C.S. *Tesis Prof. Esc. Sup. Cienc. Mar.* UABC. 51 pp.
- ANÓNIMO. 1976. *Catálogo de Peces Marinos Mexicanos*. SIC. Subsecr. de Pesca. INP. 462 pp.
- ANÓNIMO. 1986. *Manual on Floating Netcage Fish Farming in Singapore's Coastal Waters*. Repub. Singapore. 17 pp.
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A. & M. IIZAWA. 1992. Consideraciones para el cultivo de peces marinos en jaulas flotantes. *Documento Interno. CRIP-La Paz*. INP.

- AVILÉS-QUEVEDO, M.A. & M. IIZAWA. 1993. *Manual para la Construcción, Instalación y Operación de Jaulas Flotantes para el Cultivo de Peces Marinos*. SEPESCA. INP & JICA. La Paz, Baja California Sur, Mex. 29 pp.
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A., M. IIZAWA, R. RODRÍGUEZ-RAMOS, U. MCGREGOR-PARDO, A. ARCE-RINCÓN, C. ZÚÑIGA & L. MÉNDEZ-LÓPEZ. 1993a. Estudio preliminar para evaluar el cultivo en jaulas flotantes, de la cabrilla *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner, 1868), y los pargos *Lutjanus aratus* (Gunther, 1864) y *L. argentiventris* (Peters, 1869). *Documento Interno. CRIP-La Paz*. INP
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A., M. IIZAWA, C. ZÚÑIGA-PACHECO, R. RODRÍGUEZ-RAMOS & U. MCGREGOR-PARDO. 1993b. Aspectos reproductivos de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner, 1868), en Bahía de La Paz, B.C.S. durante 1992-93. *Documento Interno. CRIP-La Paz*. INP.
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A., U. MCGREGOR-PARDO, R. RODRÍGUEZ-RAMOS & O. HIRALES-COSIO. 1995a. Informe anual del proyecto "Cultivo Intensivo de Peces Marinos de Importancia Comercial. *Documento Interno. CRIP-La Paz*. INP. 13 pp.
- AVILÉS-QUEVEDO, M.A., U. MCGREGOR-PARDO, R. RODRÍGUEZ-RAMOS, O. HIRALES-COSIO, M.A. HUERTA-BELLO & M. IIZAWA. 1995b. *Biología y Cultivo de la Cabrilla Paralabrax maculatofasciatus*. SEPESCA. INP & JICA. La Paz, Baja California Sur, México. 85 pp.
- BARRERA-GUEVARA, J. C., M.J. ROMÁN-RODRÍGUEZ & H.A. LICON-GONZÁLEZ. 1994. Desarrollo de la biotecnología para el cultivo de la totoaba. *Documento Interno. SEPESCA/Edo. de Son./CIDESON*. Hermosillo, Son. 89 pp.
- BENETTI, D.D., A. VENIZELOS & C. ACOSTA. 1994. Finfish aquaculture development in Ecuador. *World Aquacult.* 25(2): 18-25.
- CALDERER-REIG, A. 1993. Cultivo de mugílidos. 414-424. *En: Castelló-Orvay, F. (Ed). Acuicultura Marina: Fundamentos Biológicos y Tecnología de la Producción*. Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- CALDERER, A. & L. CARDONA. 1993. Cría intensiva de la dorada (*Sparus aurata*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax*). 389-401. *En: Castelló-Orvay, F. (Ed). Acuicultura Marina: Fundamentos Biológicos y Tecnología de la Producción*. Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- CASTELLÓ-ORVAY, F. 1993. Acuicultura: historia, evolución y situación actual. 13-24. *En: Castelló-Orvay, F. (Ed). Acuicultura Marina: Fundamentos Biológicos y Tecnología de la Producción*. Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- CHÁVEZ, H. 1963. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del Estado de Veracruz (Pisces: Centropomidae). *Ciencia. Méx.* 22(5): 141-161.
- CHÁVEZ, H. 1981. Mercado de robalo prieto *Centropomus poeyi*, en la cuenca del Río Papaloapan. *Cienc. Pesq.* I (1): 17-26.
- COLL-MORALES, J. 1983. *Acuicultura Marina Animal*. Mundi Prensa. Madrid. 670 pp.
- CONTRERAS, F. 1985. *Las Lagunas Costeras Mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo. SEPESCA. México. 263 pp.

- FLORES-GATICA, H. 1995. Estado actual del cultivo de peces en el mundo. 1-9. En: Silva-Arancibia A. (Ed). *Apuntes 2do. Curso Iberoamericano de Cultivo de Peces Marinos*. OEA. AGCI. Univ. Católica del Norte. Coquimbo, Chile.
- FRANCE AQUACULTURE. 1985. Estudio de potencialidad en materia de acuicultura, estado de Baja California Sur, México. *Documento Interno. SEPESCA/Fondepesca*. México. 190 pp.
- HASTINGS, P.A. 1989. Protogynous hermaphroditism in *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae). *Copeia*. 1989 (1):184-188.
- HOLGUIN-QUIÑONEZ, O.E. 1976. *Catálogo de Especies Marinas de Importancia Comercial en Baja California Sur*. S.I.C. Subsecr. de Pesca. INP. Estación de Investigación Pesquera La Paz, BCS. 117 pp.
- IIZAWA, M., G. MORENO-LOYO & M.A. AVILÉS-QUEVEDO. 1992. Informe sobre la colecta y transporte de robalos de San Blas Nay. a La Paz, B.C.S. *Documento Interno. CRIP-La Paz*. INP. 8 pp.
- IKENOUE, H. & T. KAFUKU. 1992. *Modern Methods of Aquaculture in Japan*. 2nd Ed. Kodansha Ltd. Tokyo. 272 pp.
- KIFTC-JICA. (Eds). 1988. *Aquaculture Organisms of the World*. 235 pp.
- KJORSVIK, E. & Y. HOLMEFJORD. 1995. Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and cod (*Gadus morhua*). 169-196. En: Bromage N.R. & R.J. Roberts (Eds). *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*.
- MATUS-NIVÓN, E., R. RAMÍREZ-SEVILLA, R. MARTÍNEZ-PECERO & J.L. ORTÍZ-GALINDO, 1990. Potencial acuacultural de ocho especies de peces marinos del pacífico mexicano, con base en su biología temprana. 67-74. En: De la Lanza-Espino, G. & J.L. Arredondo-Figueroa (Eds). *La Acuicultura en México: de los Conceptos a la Producción*. UNAM.
- RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, E.M. 1987. Importancia relativa y variación temporal de 14 especies de peces en el área de Bahía Magdalena, B.C.S. 103-109. En: Ramírez-Rodríguez, M.E. (Ed). *Mem. Simp. Invest. Biol. Oceanogr. Pesq. México*.
- RAMOS, J. 1993. Producción intensiva de peces planos. 403-414. En: Castelló-Orvay, F. (Ed). *Acuicultura Marina: Fundamentos Biológicos y Tecnología de la Producción*. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.
- REYNA-TRUJILLO, M.M. 1994. Desarrollo gonádico y época de desove del "huachinango" (*Lutjanus peru*) Nichols y Murphy, 1922 (Pisces: Lutjanidae) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Tesis Prof. Fac. Cienc. Biol. Univ. Guadalajara*. 73 pp.
- REYNA-TRUJILLO, M.M. & S. RAMÍREZ-LUNA. 1992. Período reproductivo del huachinango (*Lutjanus peru*) Nichols y Murphy, 1922 (Pisces: Lutjanidae) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Res. IX Simp. Inter. Biol. Mar.*
- RODRÍGUEZ-ORTEGA, I., F. MELLADO-GUERRERO, F.A. MÉNDEZ, H. DOMÍNGUEZ-GUEDEA & ORTEGA-VIDAL. 1994. Desarrollo científico y tecnológico para el cultivo de pargo (*Lutjanus* sp.) en jaulas flotantes. *Documento Interno. SEPESCA/IAES*. Hermosillo, Son. 85 pp.
- RUELA, H. 1994. Comunicación Personal. *Exposición Oral en el "Seminario de Acuicultura Moderna"*. CIBNOR, S.C. Julio de 1994.

- SEMARNAP. 1994. Anuario Estadístico de Pesca. 117 pp.
- SEMARNAP-ECOTECNIAS. 1995. *Cultivo de Peces Marinos en Baja California Sur*. 221 pp.
- SEPESCA. 1982,1986,1989. Agenda Estadística Pesquera. 54 pp.
- SEPESCA. 1991. Anuario Estadístico de Pesca . 127 pp.
- SEPESCA. 1992. Anuario Estadístico de Pesca. 118 pp.
- SEPESCA-CIBNOR. 1994. Desarrollo científico y tecnológico del cultivo de robalo. *Documento Interno*. CIBNOR, S.C. 66 pp.
- SEPESCA-IMIT. 1994. Desarrollo científico y tecnológico para el cultivo del jurel. *Documento Interno*. SEPESCA. México. 67 pp.
- SEPESCA-INP. 1994. *Atlas Pesquero de México*. ISBN 968-817-319-3.
- SORGELOOS, P. & J. SWEETMAN 1993. Aquaculture success stories. *World Aquacult.* 24 (1): 4-14.
- THOMAS, P., C.R. ARNOLD & G.J. HOLT. 1995. Red drum and other sciaenids. 118-137. *En: Bromage N.R. & R.J. Roberts (Eds). Broodstock Management and Egg and Larval Quality.*
- THOMSON, D.A., L.T. FINDLEY & A.N. KERSTICH. 1987. *Reef Fishes of the Sea of Cortez*. Univ. Arizona Press. Tucson. 302 pp.
- TUCKER, J.W. & D.E. JORY. 1991. Marine fish culture in the Caribbean Region. *World Aquacult.* 22 (1): 11-27.

Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur
Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.). 1996.

RESÚMENES ANALÍTICOS

DEL ESTUDIO DEL POTENCIAL PESQUERO DE BAJA CALIFORNIA SUR

**PREPARADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE ACUACULTURA
DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA DE LA SEMARNAP POR**

DINORAH PRIETO CASTELLANOS

MÓNICA PEÑA MORÁN

ALFREDO HERNÁNDEZ LLAMAS

Delegación Estatal SEMARNAP

JESÚS TALAVERA MAYA

Delegación Estatal SEMARNAP

ACUACULTURA: MADRE PERLA

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • La perlicultura extensiva es la actividad acuícola de mayor rentabilidad en el mundo. • Existe gran demanda internacional de perla cultivada, la cual ha sustituido casi por completo a la natural en el mercado. • Las especies nativas de Baja California Sur son de importancia comercial y se tienen condiciones medioambientales propicias para su cultivo. • La tecnología para el cultivo a escala comercial está desarrollada. En el caso de <i>Pteria sterna</i> se ofrece la venta de semilla por laboratorios de producción en el estado de Sonora. • El cultivo permitirá: (a) rescatar una tradición cultural de siglos; (b) recuperar la importancia socio-económica de estos recursos; (c) desarrollar planes de desarrollo sustentable de acuicultura con fines de ecoturismo y; (d) recuperar los bancos naturales con acciones de repoblamiento. • En Bahía de La Paz el potencial es de 1000 hectáreas para 100 granjas para producir dos millones de ostras perleras; la producción en Bahía de La Paz es de 8000 organismos adultos por año para ambas especies. Una unidad de producción de 300 m² con capacidad para manejar de 15 a 20 mil ostras perleras viables al perlicultivo producirían aproximadamente 38250 piezas Mabe a los tres años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las acciones de repoblamiento son inefectivas porque no existe un control de la pesca extractiva ilegal. • No hay suficiente abundancia de organismos, lo que limita la disponibilidad de existencias naturales de semilla. • Se prevén dificultades para reingresar al mercado perlero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar a las granjas de ostras perleras en los programas de desarrollo socioeconómico regional y apoyar la puesta en marcha de los proyectos comerciales específicos. • Establecer mayor vigilancia y las medidas regulatorias necesarias para la protección del recurso, sobre todo en áreas que sean repobladas. • Establecer medidas para normar la calidad de las perlas a fin de garantizar el acceso del producto al mercado y conservar el prestigio nacional. • Fortalecer el desarrollo tecnológico para la producción de semilla.

ACUACULTURA: OSTIÓN

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none">• Especial con un gran potencial acuícola (25000 toneladas en 2000 hectáreas).• Tecnología de engorda y de producción de semilla desarrolladas y practicadas por varios años en la región.• Técnicas de engorda sencillas y de fácil asimilación por grupos sociales.• La principal infraestructura para la producción de moluscos en el país está originalmente diseñada y ha operado para la producción de esta especie. Bahía Kino produce 120 millones, Bahía Magdalena puede producir 10 millones.	<ul style="list-style-type: none">• Problemas en la calidad de semilla.• Se prevé insuficiencia de la capacidad instalada para el aprovechamiento del potencial.• Dificultades para la comercialización tanto a los E.U.A., como a nivel regional.• No existe una industria proveedora de materiales, equipo y maquinaria.	<ul style="list-style-type: none">• Incrementar en cantidad y calidad la producción de semilla de ostión.• Apoyar la certificación sanitaria de los cuerpos de agua y de los productos.• Promover la ostricultura en el sector social e incorporarla como parte de los programas de reconversión de campo.

ACUACULTURA: ALMEJA CATARINA

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de 25400 toneladas en 8000 hectáreas. • Presencia del recurso en los principales cuerpos de agua. • Desarrollo tecnológico adecuado para la engorda. • Alta demanda del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte interés por el recurso a nivel estatal. • Ingresos por venta en el mercado local y nacional insuficientes o bajos para los costos de producción. • Fuerte dependencia del manejo de la pesquería para el abastecimiento de semilla. • Mala imagen del cultivo de la especie entre el sector productivo. • Normatividad sobre manejo acuícola conflictiva por derechos de explotación de existencias silvestres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propuestas de mejoramiento genético para incrementar tallas e incidir en el mercado de exportación. • Manejo integral pesquería-cultivo en cada cuerpo de agua, regionalizando el esfuerzo, definiendo padrones de acuacultores y organizando programas globales de repoblamiento administrados por fideicomisos. • Incrementar enérgicamente la vigilancia del recurso.

ACUACULTURA: PECES MARINOS

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none">• Buena alternativa para la producción de proteína animal.• Amplia diversidad de estilos tecnológicos y de especies con potencial.• Tecnología para la producción de semilla y engorda de cabrilla.	<ul style="list-style-type: none">• Escasos antecedentes de desarrollo tecnológico en México.	<ul style="list-style-type: none">• Implementar proyectos demostrativos de cultivo de cabrilla.• Apoyar el desarrollo tecnológico para el cultivo de otras especies.• Considerar la posibilidad de cultivo de peces de ornato.

ACUACULTURA: MEJILLÓN

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none">• Potencial de producción de 10000 toneladas anuales.• Demanda insatisfecha a nivel nacional.• Tecnología probada en el estado de Baja California a nivel comercial, fácilmente transferible.	<ul style="list-style-type: none">• Desconocimiento del producto fresco por el consumidor.• Altos costos de mano de obra.• Variabilidad en la disponibilidad de semilla.• Disponibilidad de sitios potenciales para el cultivo en la zona pacífico norte.	<ul style="list-style-type: none">• Consolidar un proyecto piloto demostrativo.• Desarrollar tecnología para producir semilla a nivel industrial.• Adecuar tecnología para mecanizar las operaciones de cultivo.

ACUACULTURA: ABULÓN

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Producto de alta demanda y precio en el mercado internacional. • Oferta baja debido a la escasa disponibilidad del recurso silvestre. • Existencia de laboratorios productores de semilla, plantas de procesamiento e infraestructura básica en las zonas de cultivo potencial. • Alto interés y tradición del sector productivo en el cultivo de los recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja eficiencia en la producción de semilla de laboratorio. • Se desconoce la efectividad de los programas de repoblamiento. • Retraso en la aplicación de tecnologías para el cultivo intensivo a tallas comerciales. • El período de recuperación de inversiones son prolongados por el lento crecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficientar y mejorar tecnológicamente la producción de semilla. • Desarrollar tecnología para la producción de alimento peletizado. • Evaluar la viabilidad de acciones de transplante. • Promover el cultivo intensivo a tallas comerciales. • Promover la inversión para fortalecer la capacidad instalada de producción actual.

ACUACULTURA: CAMARÓN

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología probada a nivel comercial en México y en particular en Baja California. • Especie de gran valor comercial y demanda nacional e internacional. • Existen antecedentes de proyectos comerciales y experimentales en Baja California Sur de camarón azul, café, blanco. • Existencia de infraestructura científica, tecnológica y de docencia para el cultivo de camarón. • La ubicación geográfica del Estado ofrece ventajas estratégica para la producción de postlarvas y su distribución en la región noroeste del país, así como para garantizar un mayor control sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa disponibilidad de obtener postlarvas de <i>Penaeus vannamei</i> porque no es nativo y escasa disponibilidad de existencias naturales de <i>P. stylirostris</i>, para <i>P. californiensis</i> no existen datos de disponibilidad. • La obtención oportuna de reproductores (azul y blanco) limita la producción de laboratorio. • El régimen de temperatura en el Estado no permite aprovechar la totalidad de la extensión costera con las tecnologías actuales. • Para alentar la inversión se prevé dificultades con respecto al régimen de propiedad de los terrenos, ya que prácticamente todo el Estado son terrenos ejidales. • No hay compañías constructoras con experiencia en el diseño y construcción de granjas camaroneras. • Escasa industria conexas desarrollada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar la instalación de laboratorios y diversificar su capacidad productiva. • Ofrecer mayores facilidades administrativas para la obtención oportuna de permisos de captura de reproductores. • Fomentar la investigación y desarrollo tecnológico para optimizar el aprovechamiento de las áreas y vocación acuícola en el Estado en función de las posibilidades climáticas. • Promover la generación de empresas constructoras especializadas en la construcción y diseño de granjas camaroneras y de la industria conexas a la actividad.

ACUACULTURA: HACHA

POTENCIAL	PROBLEMÁTICA	PROPUESTAS
<ul style="list-style-type: none">• Recurso con gran potencial de cultivo, ya que en Baja California Sur se cuenta con las condiciones climáticas precisas y bahías protegidas tanto en el Golfo de California como en el Océano Pacífico.• Se estima una producción potencial de hacha por cultivo de 11500 toneladas.• Se tiene dominio de la tecnología para la producción de larvas fijadoras.• Se realiza experimentación para definir la tecnología para el crecimiento y engorda en diferentes ubicaciones batimétricas.• Producto de alta demanda y precio en el mercado.• Oferta baja debido a la escasa disponibilidad del recurso silvestre.	<ul style="list-style-type: none">• Dificultades para la comercialización del callo de hacha en Estados Unidos de América.• No existe una industria proveedora de materiales, equipo y maquinaria.	<ul style="list-style-type: none">• Impulsar fuertemente en el Estado desarrollos acuaculturales para la producción de hacha.• Apoyar la certificación sanitaria de los cuerpos de agua y de los productores.• Incrementar la vigilancia para proteger el recurso en el medio natural.

El libro
Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola
de Baja California Sur
Se terminó de imprimir en los
talleres gráficos del
**Centro de Investigaciones Biológicas
del Noroeste, S.C.**
en el mes de agosto de 1999.
Su tiraje fue de 500 ejemplares.

Primera reimpresión 1999