



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA**

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**"EL CULTIVO DE ABULON EN MEXICO:
DESARROLLO HISTORICO, ESTADO ACTUAL
Y SUS PERSPECTIVAS."**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO

OCEANOLOGO

PRESENTA

GLORIA ESMERALDA PEREZ MUÑOZ.

ENSENADA, B.C., JUNIO DE 1995

**"EL CULTIVO DE ABULON EN MEXICO:
DESARROLLO HISTORICO, ESTADO ACTUAL Y
PERSPECTIVAS".**

T E S I S

QUE PRESENTA:

GLORIA ESMERALDA PEREZ MUÑOZ

Aprobada por:



**Presidente del Jurado
Oc. Roberto Flores Aguilar**



**Sinodal Propietario
Oc. Raúl Yepiz Velázquez**



**Sinodal Propietario
M.C. Ricardo Searcy Bernal**

DEDICATORIA

A DIOS por que "mi mundo lo contiene todo"

*A la vida por la oportunidad de estudiar esta bella carrera y bajo esta gran
universidad.*

A cada uno de mis maestros.

A Mi madre aya, que con su ejemplo, comprensión

Ayuda y amor

Ha llenado mi vida de armonia paz y valor.

A mis hermanos jorge y jhovani, por su amor y compañía.

*A mi hijo jose stephan por que llego a mi vida a llenarme de amor compañía e
ilusiones.*

A mis papitos laura y jose como pilares de esta maravillosa familia.

En tu "memoria" JOSE.

*A mis amigos y todas aquellas personas que han colaborado con la culminación de
esta meta tan importante en mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las Cooperativas y los representantes de los centros de cultivo Coop." Progreso", Coop."Pescadores Nacionales de Abulón", Fed. Reg. Soc. Coop. con el centro de "Punta Eugenia" en especial a la coop. "Bahía Tortugas" por su patrocinio para realizar mis visitas a los centros de cultivo a lo largo de la Península de Baja California. Además a las personas que de alguna forma me brindaron información y apoyo en el desarrollo de este trabajo. Y todas aquellas personas que durante la realización de este trabajo fueron mi apoyo para continuar.

Mis especiales agradecimientos a:

 Mi director de tesis Oc. Roberto flores Aguilar por su asesoramiento en la realización de este trabajo, además de su ayuda y comprensión.

 Oc. Raul Yepiz Velázquez por su actitud tan humana que me motivo en los momentos de cansancio y así lograr esta meta tan importante en mi vida.

 Cand. Dr. Ricardo Searcy Bernal por su invaluable contribución en la culminación de mi tesis, le expreso mi admiración por su experiencia académica, la cual utilizó para mejorar en gran medida mi trabajo.

RESUMEN

Se realizó el seguimiento del desarrollo de la acuicultura del abulón en México, hasta 1995, a través de la revisión bibliográfica, visitas a los centros de cultivo en la península de Baja California y encuestas a los representantes de las diferentes entidades involucradas con esta actividad, de donde se plantea la situación de los cultivos. México a pesar de haber sido uno de los países pioneros en el cultivo de abulón no ha tenido un desarrollo tan marcado como Japón y E.U. Históricamente en México han existido nueve entidades involucradas en el cultivo de abulón, hoy en día hay seis en funcionamiento, cuatro centros pertenecientes a las cooperativas ("Bahía Tortugas" S.C.L., "Emancipación" S.C.L., "La Progreso" S.C.L., "Pescadores Nacionales de Abulón" S.C.L.), una entidad de la iniciativa privada (Abulones Cultivados S.A. de C.V.) que cuenta con el laboratorio en Eréndira B.C. y la engorda de juveniles en el mar en la Isla de Todos Santos B.C. y la otra entidad es del I.I.O. de la U.A.B.C. (proyecto de Investigación). El desarrollo del cultivo del abulón en México, ha tenido que sufrir un proceso largo, costoso y con diversas limitaciones de tipo técnico, jurídico, económico y de experiencia administrativa. para llegar a la tecnología con la que se opera actualmente. Este desarrollo se ha basado en las circunstancias de la época y no bajo un programa bien estructurado con la participación de los sectores oficial, académico y de producción. El objetivo de cultivar abulón en México ha sido tradicionalmente para fines de repoblamiento y es hasta la década de los noventa donde se reconoce que pueda ser una actividad eficiente, autónoma y rentable, es así como la actividad acuacultural da un giro y se proyecta a nivel comercial, lo cual es demostrado por los logros en producción masiva comercial de la empresa Abulones Cultivados y las producciones en el laboratorio de la cooperativa "Emancipación". Aún hay mucho que investigar en esta actividad. No hay un dominio completo de la tecnología, la cual se requiere probar y adaptar en muchos lugares y condiciones de México.

CONTENIDO

INDICE

1	INTRODUCCION	1
2	OBJETIVO.	8
3	METODOLOGIA.	9
4	AREA DE ESTUDIO.	12
5	RESULTADOS.	12
5.1	Evolución de la pesquería del abulón en Baja California	12
5.2	Desarrollo histórico del cultivo del abulón en México.	20
5.2.1	Investigación tecnológica	20
5.2.2	Producciones históricas de abulón cultivado.	35
5.3	Estado biotecnológico actual	48
5.4	Fases de producción de juveniles en laboratorio	49
5.4.1	Area de acondicionamiento de reproductores.	49
5.4.2	Métodos de inducción del desove	51
5.4.3	Culto de larvas	53
5.4.4	Asentamiento y la metamorfosis en el cultivo de abulon	54
5.4.5	Cuidado de postlarvas y juveniles.	55
5.5	Fase de engorda de juveniles	57
5.5.1	Pre-engorda de juveniles en tierra	57
5.5.2	Engorda de juveniles en el mar.	58
5.6	La repoblación como objetivo de las cooperativas.	60
5.7	Infraestructura existente en las unidades de producción	62
5.7.1	Capacidad Instalada global	62
5.7.2	Problemas detectados en la ingeniería de la infraestructura.	64
5.7.3	Organización técnico-administrativa.	64

5.8	Normatividad	66
5.9	Aspectos económico-financieros	71
5.9.1	Fuentes de financiamiento.	71
5.9.2	Sujetos de crédito y proporciones a financiar	72
5.9.3	Plazos de amortización.	72
5.9.4	Tasas interés	73
5.9.5	Garantías.	74
5.9.6	Seguro acuícola	74
5.9.7	Economía de cultivo.	75
5.10	Mercado y comercialización.	77
5.10.1	Descripción y propiedades del producto	77
5.10.2	Precio del abulón en el mercado internacional	81
5.11	Problemáticas expresados por los productores actuales.	83
5.11.1	El capital.	83
5.11.2	La planeación	84
5.11.3	Servicios y comunicación	84
5.11.4	El diseño	84
6.	DISCUSION	86
6.1	Desarrollo histórico	86
6.2	Estado biotecnológico actual	89
6.3	Investigación	92
6.4	Infraestructura existente en las inidades de producción	94
6.5	Organización técnico-administrativa	95
6.6	Relación de apoyo entre los tre sectore	96
6.7	Normatividad.	97
6.8	Mercado y comercialización del producto	98
6.9	Finanzas.	99
6.10	Seguro acuícola	100
7.	PERSPECTIVAS	101
8.	RECOMENDACIONES.	104
9.	CONCLUSIONES.	107
10.	BIBLIOGRAFIA.	109
11.	ANEXO	117

11.1	ANEXO	A.	117
11.2	ANEXO	B.	120
11.3	ANEXO	C.	121

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Distribución natural de las especies de abulón en Baja California	3
Figura 2. Entidades que han realizado acuacultura de abulón en Baja California	13
Figura 3. Producción total de abulón (desembarcado) en Baja California, comprende toda la producción del litoral noroccidental de la península y de las islas adyacentes. (a) Período 1940-1980 y (b) Período 1980-1994.	17

LISTA DE TABLAS

	Pag.
TABLA I. Especies cultivadas en México.	21
TABLA II. Producción de semilla de abulón en los laboratorios mexicanos.	36
TABLA III. Inventario total de la semilla de abulón en los laboratorio mexicanos.	37
TABLA IV. Pre-engorda y engorda de abulón en México.	39
TABLA V. Tecnología utilizada en los cultivos de abulón en México.	50
TABLA VI. Infraestructura de producción en las unidades de acuacultura de abulón en México	63
TABLA VII. Costos estimados de inversión y operación para el primer año de producción para una granja de abulón en México con una capacidad instalada de 1 millón de semillas de 10 mm por año.	76
TABLAVIII. Indicaciones de precios de abulón en el mercado mundial.	79

1 INTRODUCCION

El abulón es un recurso pesquero sumamente importante a nivel mundial por presentar un alto valor en el mercado y una gran demanda, especialmente en la Unión Americana y los países de Oriente como Japón y China entre otros (Hooker y Morse, 1985; Hahn, 1989). Este gasterópodo marino es de gran importancia económica para los países que lo cuentan como recurso natural.

El desarrollo biológico del abulón está descrito en diferentes publicaciones entre las que se pueden mencionar a Cox (1962), Ebert y Houk (1984), Hooker y Morse (1985).

El abulón es un molusco marino bentónico, con concha univalva de forma auricular, de simetría bilateral primitiva, con un pie aplanado con el que reptaba sobre los fondos rocosos poblados de macroalgas, de las que se alimentan desde su etapa juvenil (Cox, 1962). Son organismos dióicos con fecundación externa (Leighton, 1974).

El abulón pertenece a la familia *Haliotidae* y al género *Haliotis*, del cual hay 90 especies distribuidas en varias regiones del mundo. De éstas, hay 6 especies en la península de Baja California desde la frontera con E.U. hasta el Estero del

Conejo en B.C.S., México. Dichas especies son: Haliotis rufescens (abulón rojo), Haliotis fulgens (abulón azul), Haliotis corrugata (abulón amarillo), Haliotis sorenseni (abulón chino), Haliotis cracherodii (abulón negro) y Haliotis assimilis (abulón rayado) (Searcy-Bernal y Salas-Garza, 1987), (figura 1).

Este molusco es utilizado como alimento humano en las presentaciones: vivo, enlatado, congelado y seco (Hooker y Morse, 1985). De éstas, la presentación en vivo es la de mayor demanda en el mercado. En algunos países del mundo se procesan las vísceras y se utilizan las conchas. Esta última tiene tres capas que la componen, una de ellas de nácar utilizada para elaborar artículos de joyería y de decoración de alto valor y en prácticas medicinales en los países Asiáticos (Mateus, 1986).

México fué el principal productor del mundo en la década de los sesentas y setentas con 2,000 y 3,000 toneladas anuales promedio respectivamente. Para 1992, la producción fluctuó alrededor de 600 toneladas (Secretaría de Pesca, 1992).

El decremento en las capturas mundiales aunado al elevado precio que alcanza el recurso en el mercado, ha provocado el interés de desarrollar la acuicultura del abulón como alternativa para aumentar la producción y satisfacer en parte la demanda del mercado (Hooker y Morse, 1985).

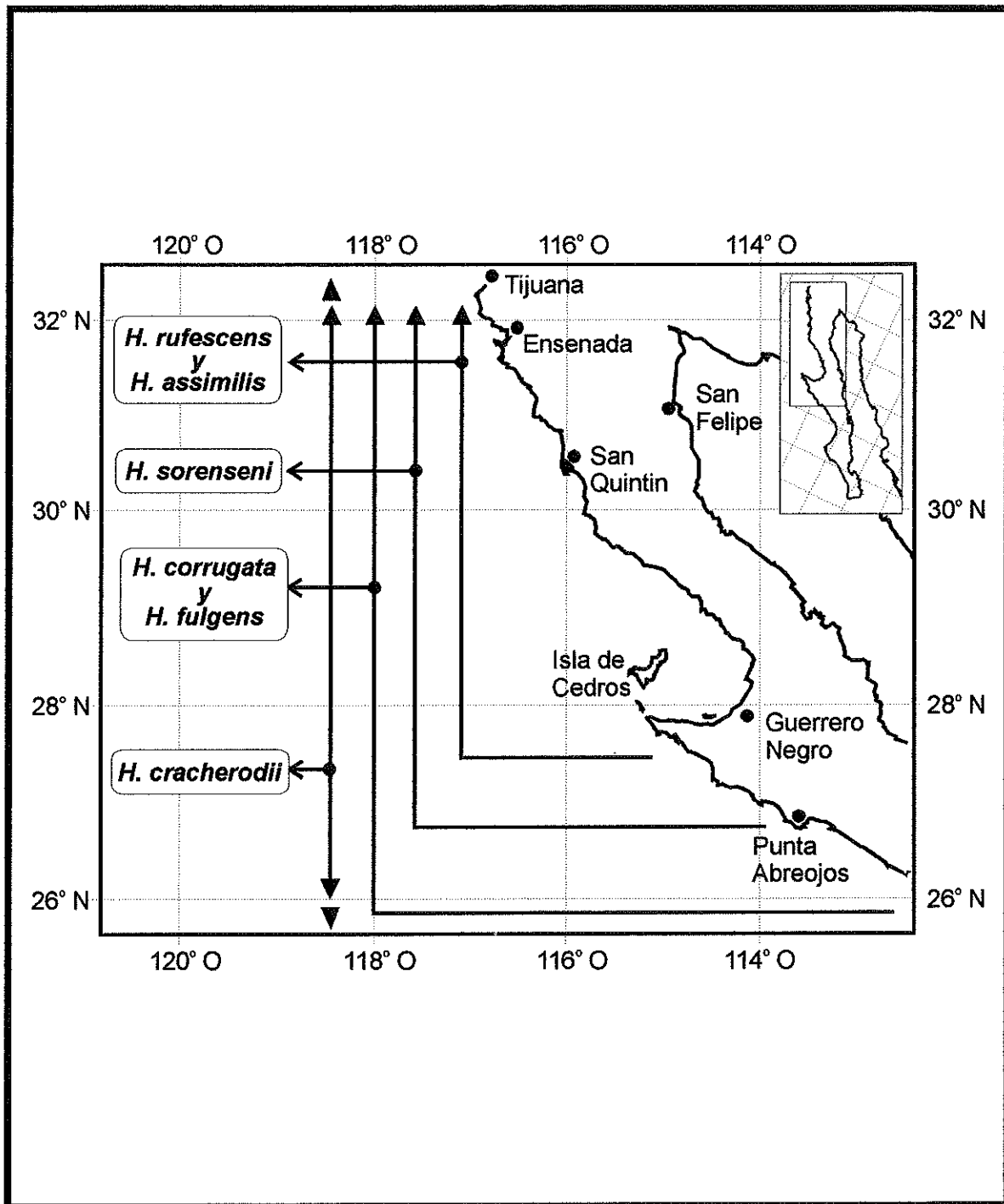


Figura 1. Distribucion natural de las especies de abulón en Baja California.

El cultivo comercial de abulón se inicia en la década de los sesentas y aún se encuentra en la etapa de investigación y desarrollo en países como Japón, E.U., China, Taiwan, Corea, Nueva Zelandia, Australia, Sudáfrica, México y Chile, entre otros. Sin embargo, en la actualidad existen algunos casos donde esta actividad es rentable, específicamente en E.U. (Flores-Aguilar, 1994).

La actividad acuacultural del abulón consta de dos etapas:

- a) La producción en laboratorio de semilla, de 2-3 cm en un lapso de tiempo de 10 a 12 meses.
- b) La engorda posterior de estas semillas en cautiverio (Searcy-Bernal, *et al.* 1992b).

En México los intentos por cultivar abulón inician en los años setentas por la Secretaría de Pesca en la entonces Estación de Investigación Pesquera del Sauzal de Rodríguez en B.C., del Instituto Nacional de la Pesca, y hoy Centro de Investigaciones Pesqueras (CRIP). Posteriormente se involucran el sector social cooperativo e instituciones de investigación (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1987) y por último el sector privado en 1992.

En un principio estos intentos estuvieron orientados hacia el repoblamiento, con la finalidad al menos de mantener las poblaciones naturales de abulón. A partir de la década de los ochentas se comenzó a desarrollar el cultivo en cautiverio pretendiendo alcanzar la talla comercial tipo "medallón" (5 a 7.5 cm de longitud de concha).

México, a pesar de haber sido uno de los países pioneros, ha evolucionado lentamente en el cultivo de abulón y con diversas limitaciones de tipo técnico, profesional, jurídico y económico.

México, en particular la península de Baja California, presenta excelentes perspectivas para el desarrollo de la acuicultura del abulón. Se cuenta con tres especies susceptibles de cultivo comercial, que representan un alto valor en los principales mercados internacionales.

Además, la zona posee las condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento de los haliótidos, por su temperatura entre otras condiciones oceanográficas, grandes mantos de algas pardas y los bajos índices de contaminación. Además la cercanía de la península de Baja California con el mercado norteamericano, implica menores costos de transporte y relativa facilidad del movimiento mercantil con este país y otros orientales de mayor demanda de éste

producto como son Japón, China, Hong Kong, Taiwan y Corea (Flores-Aguilar, 1989a).

Las instituciones de investigación del país contemplan, dentro de sus programas, estudios sobre el abulón en sus diferentes aspectos (biología, genética, pesca y acuicultura), otorgando vital importancia al desarrollo de técnicas de cultivo. Sin embargo son pocas las instituciones involucradas en estos programas.

El desarrollo de la acuicultura del abulón en México ha sido poco mencionado en la literatura. Ortíz-Quintanilla y Medina-Jiménez (1978), en el proyecto para la construcción del laboratorio productor de juveniles de abulón en B.C.S., hablan de los sucesos más importantes hasta entonces, como antecedente de la presentación de su trabajo. Posteriormente Salas-Garza y Searcy-Bernal (1992) realizaron la reseña histórica de los hechos más sobresalientes del cultivo del abulón en México hasta el año de 1989.

El presente trabajo es una contribución a la descripción del desarrollo histórico del cultivo de abulón hasta 1995, contemplando los hechos, los personajes y lugares más relevantes. Así mismo, se establece el estado actual de los cultivos a partir de las técnicas utilizadas, las producciones alcanzadas y los avances para establecer una biotecnia de cultivo. Además, se plantean los aspectos de

organización, jurídicos y económicos-financieros de la actividad acuacultural del abulón en Baja California, finalizando con un análisis de los problemas que aquejan al cultivo y sus perspectivas de desarrollo.

2 OBJETIVOS

- 1.- Contribuir a la descripción del origen y desarrollo histórico de la actividad acuacultural del abulón en México con énfasis en la última década.
- 2.- Describir el estado actual y organización de la actividad, abarcando las diferentes partes que la componen: procesos productivos, ciencia y tecnología, aspectos económicos y normatividad del sector.
- 3.- Determinar las principales limitantes y oportunidades que presenta la actividad actualmente.
- 4.- Discutir las perspectivas de desarrollo con base en el estado y panorama hasta 1995.

3 METODOLOGIA

El presente estudio se llevó a cabo mediante:

- 1.- La revisión de referencias bibliográficas publicadas hasta finales de 1994, para recopilar la información de las pesquerías y los hechos históricos, contemplando los personajes, grupos y actividades que dieron origen a reglamentos y normas para la actividad pesquera y la protección del recurso. De esta bibliografía se tomó la información necesaria para describir el origen de los cultivos de abulón, así como la evolución que ha tenido esta actividad.

- 2.- Entrevistas a representantes del sector productivo para obtener la información sobre los inicios de sus actividades en el cultivo, la biotecnía utilizada, la capacidad instalada, las producciones anuales, las asesorías y las aportaciones a la actividad abulonera del país:
 - Se incluye por el sector social a cuatro cooperativas y a la Federación Regional de Sociedades Cooperativas "Baja California", con el centro de Punta Eugenia conformado por seis cooperativas.

- Se incluye a la única empresa del sector privado "Abulones Cultivados S.A de C.V.", que a partir de 1992 se integra a esta actividad del cultivo del abulón.

- 3.- Visitas, en julio de 1992 a cinco centros de acuacultura de abulón ubicados a lo largo de la Península de Baja California: la cooperativa "Pescadores Nacionales de Abulón" en Isla de cedros B.C.; Centro de la Federación Regional de Sociedades Cooperativas en Punta Eugenia B.C.S.; el laboratorio de la cooperativa "Bahía Tortugas" en Bahía Tortugas B.C.S.; el laboratorio de la cooperativa "Progreso" en La Bocana B.C.S. y el laboratorio de la empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V. en Eréndira B.C.

- 4.- Entrevistas a personal de doce bancos de la localidad para conocer los programas de financiamiento en la actividad acuacultural, tomando los requisitos establecidos para los dos grupos interesados (sector social-cooperativo y sector privado).

- 5.- Entrevistas en cinco compañías aseguradoras relacionadas con el sector pesquero.

- 6.- Consultas en la Secretaría de Pesca para incluir la normatividad que regula al cultivo de abulón.

- 7.- Entrevistas y consultas con personal del I.I.O. de la Universidad Autónoma de Baja California, para contemplar el aspecto de ciencia y tecnología en la actividad acuacultural del abulón.

4 AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo comprende la Península de Baja California, a partir de la frontera con U.S.A., hasta la Bocana en B.C.S. La localización de las distintas entidades relacionadas con el cultivo del abulón se señalan en la Figura 1.

5 RESULTADOS

Se retoman los trabajos donde se describe la historia de la pesquería del abulón, por su relación directa con los primeros intentos de cultivo, para después plantear las fases de desarrollo que ha tenido la acuacultura del abulón en México.

5.1 Evolución de la pesquería del abulón en Baja California.

Por más de dos siglos antes de que la pesca en aguas nacionales se llevara a cabo por mexicanos, las flotas y ciudadanos extranjeros explotaron los abundantes recursos de las costas mexicanas: chinos, japoneses, alemanes, rusos, ingleses y norteamericanos aprovecharon las riquezas marinas de México y explotaron sus fértiles aguas (Mateus, 1986). Lo anterior contribuyó a la formación de poblados a lo largo de sus costas (Ortiz-Quintanilla y Medina-Jiménez, 1978).

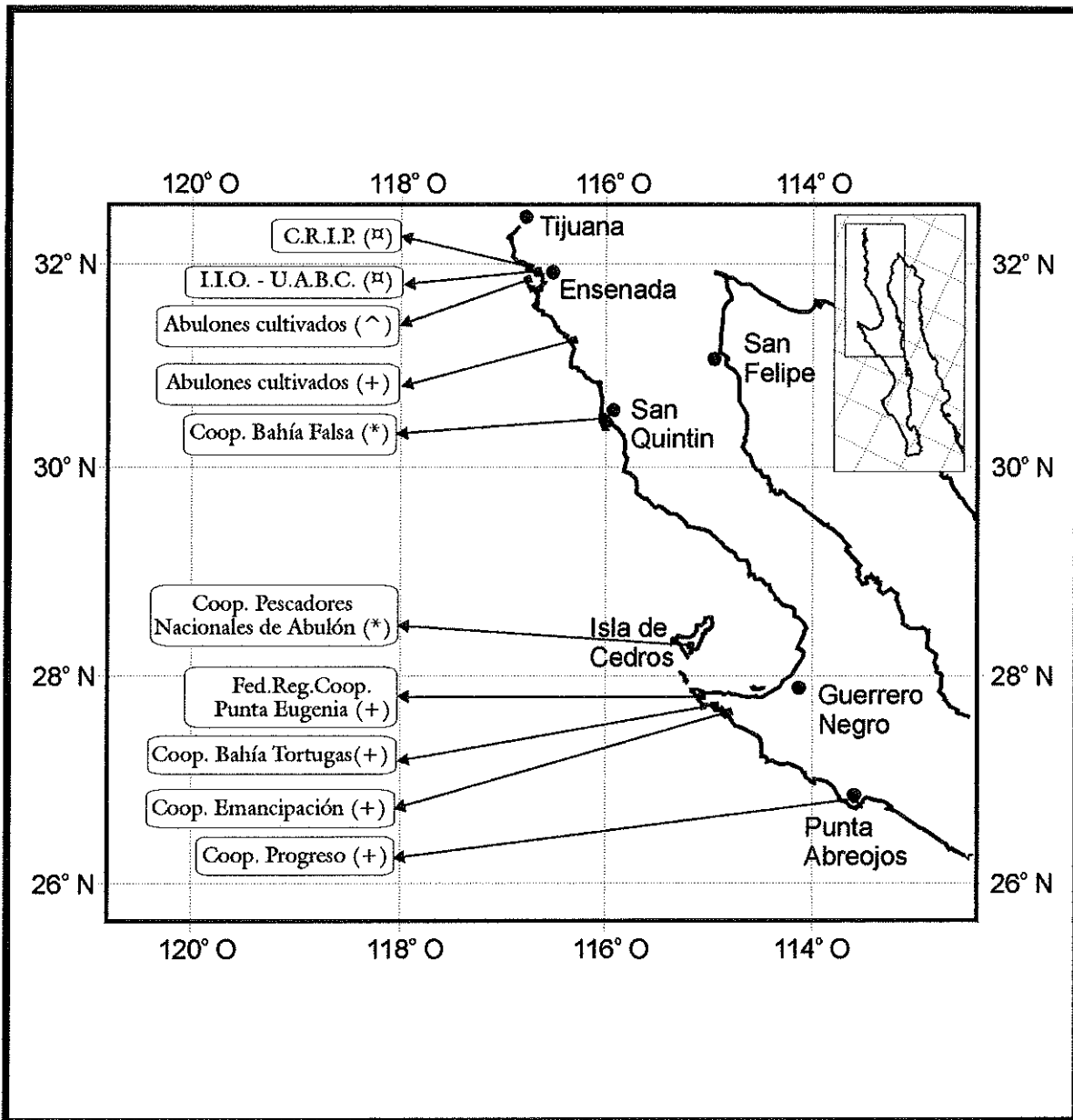


Figura 2. Entidades que han realizado acuacultura de abulón en Baja California.

Fuente: Salas Garza y Searcy Bernal (1992) y Encuestas realizadas (1992-1995)

(+) Producción de Semilla.

(⊠) Investigación.

(^) Fase de Engorda.

(*) Fase de pre-engorda.

En 1860, los chinos motivados por la abundancia del recurso abulonero de Baja California y el alto valor monetario de este molusco en su país, emprendieron su pesquería a gran escala. La actividad se desarrolló en la zona de entre mareas, usando embarcaciones desde las cuales manipulaban perdigas con cuñas en un extremo para separar al organismo del substrato y embarcarlo. Posteriormente lo procesaban separando la carne de la concha. Todo este producto era exportado a países de Oriente y Filipinas utilizando la ciudad de San Diego, California como base para el movimiento mercantil. Para los primeros años de esta empresa se alcanzaron producciones de más de 127 toneladas procesadas en abulón seco y 636 toneladas de concha (Mateus, 1986).

El gobierno Mexicano alarmado por el tonelaje registrado en las capturas, estableció un consulado en San Diego California en 1880, el cual tenía como función el controlar la explotación del abulón e implementar un sistema de permisos para la protección del recurso. Además se prohibió su extracción en baja mar. Las mencionadas reglamentaciones y la expulsión de los chinos de E.U. en 1882, produjo el abandono de esta actividad para ser retomada 40 años después por los mexicanos Prospero y Aurelio Sandoval, con la primera concesión para explotar y procesar el abulón en México (Mateus, 1986).

En 1918, se instaló la primer planta empacadora de abulón en San Quintín B.C. por el señor Van Ledenhan de la compañía Van Kamp. En el primer año de establecida incrementó diez veces su producción (Mateus, 1986).

Para 1929 se había prohibido la comercialización del abulón en fresco y seco dando paso a la presentación enlatada, como medida que generaría empleos en la zona (Mateus, 1986). Para este mismo año se perfeccionan las técnicas de captura con la llegada de un grupo de japoneses que lograron monopolizar la pesquería, los cuales buceaban de cabeza utilizando barriles vacíos de Sake (vino japonés de arroz). Esta técnica más tarde fué substituida por escafandras. Lo anterior facilitó el aumento de la producción de 1,727 toneladas en 1923 a 3,363 toneladas en 1924 (Cox, 1962). La captura fué tan intensa que en seis años, zonas tradicionales como fueron San Jerónimo y Punta Hipólito en Baja California, quedaron totalmente agotadas (Ortiz-Quintanilla y Medina-Jiménez, 1978).

En 1926 una compañía japonesa construye una planta empacadora en Bahía Tortugas que exportó abulón a Japón hasta 1931, año en que fué incendiada. En 1933 la planta fué reconstruida por mexicanos (Ortiz-Quintanilla y Medina-Jiménez, 1978).

En 1930, el Presidente mexicano General Abelardo L. Rodríguez, adquirió la planta de Isla de Cedros brindando la técnica del buceo a pescadores mexicanos (Mateus, 1986), suceso importante que dió pie al cambio de técnica utilizada para esta actividad.

Con el traslado de los japoneses al estado de Jalisco por motivo de la segunda guerra mundial, los mexicanos tomaron el dominio total del recurso con los equipos y la técnica japonesa, dando inicio a las cooperativas de producción pesquera "California de San Ignacio" en 1939, "Ensenada" en 1940 y "Pescadores Nacionales de Abulón" en 1945.

Fué hasta 1947 que el gobierno Mexicano estableció la captura del abulón como recurso reservado a las sociedades cooperativas de producción pesquera, (disposición Diario Oficial. 13. VIII. 1973; 14, III. 1947 Sierra, 1980 Presidencia de la la Republica,1986).

El año de 1950 es importante por que se registró la captura anual más alta de 5,993 toneladas (Figura 3). Durante los años 1951 a 1954, la producción anual registra una gran disminución al ser capturadas solamente 1,525 toneladas. La producción aumenta en los años subsiguientes y durante el periodo de 1955-1968 el promedio anual de producción se mantiene en el orden de 2,900 toneladas

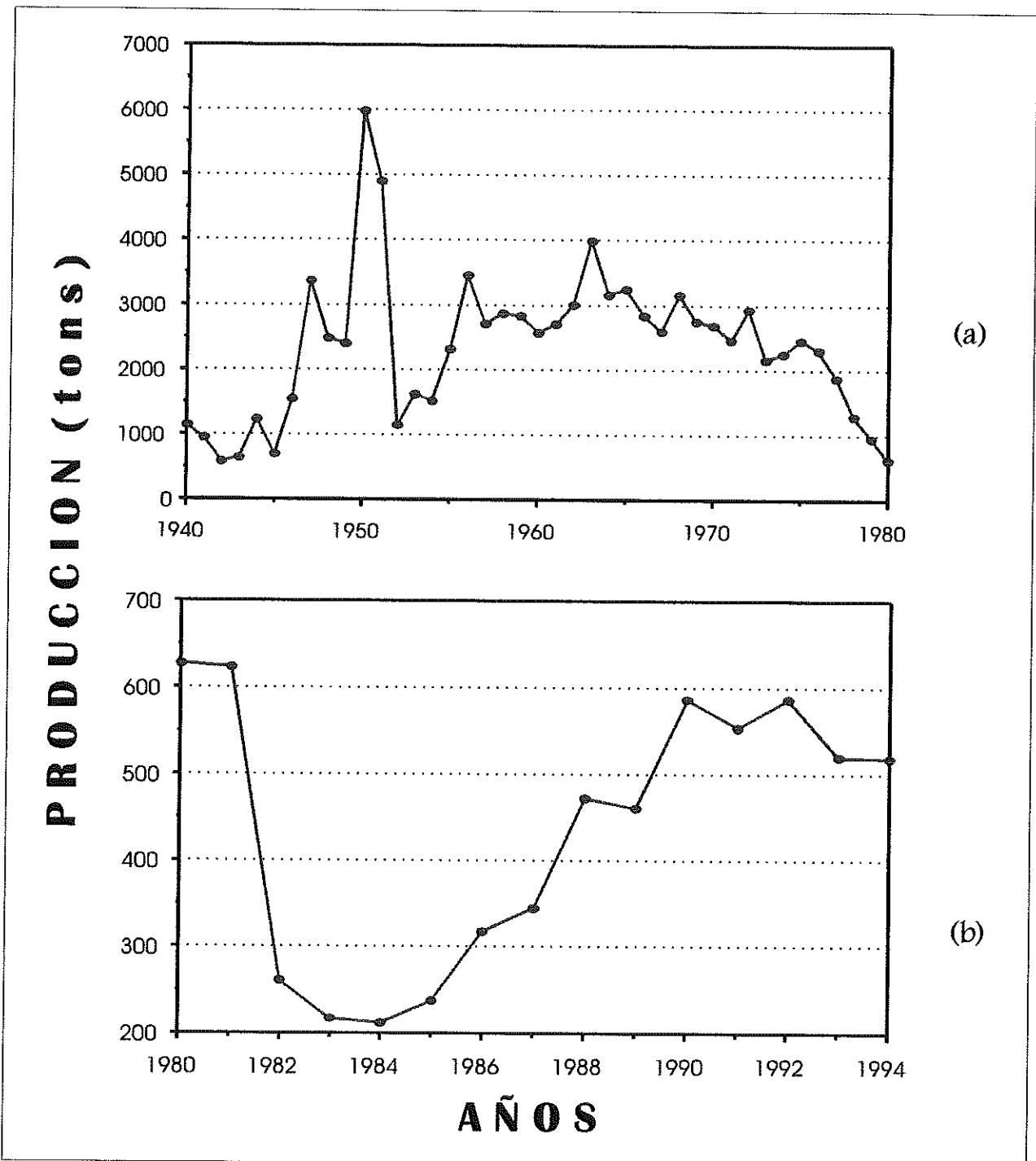


Fig. 3 Producción total de abulón (desembarcado) en Baja California, comprende toda la producción del litoral noroccidental de la península y de las islas adyacentes.
 (a) Período 1940-1980. (b) Período 1980-1994.

Fuente: (a) y (b) Estadísticas de la Secretaría de Pesca, Ensenada B.C.

(Lluch-Belda *et al*, 1973). la utilización del buceo semiautónomo en 1957, con el uso de compresores con tanques de reserva y mangueras, permitió mayor desplazamiento y eficiencia que contribuía al sostenimiento de las capturas (Ortiz-Quintanilla y Medina-Jiménez, 1978).

México contribuyó en los sesentas y los setentas con una producción promedio entre 2,000 y 3,000 toneladas anuales (Figura, 3) ocupando el primer lugar a nivel mundial con el 34% del total del producción (FAO,1975). A fines de la década de los 70's y principios de los 80's se observó una drástica declinación en las capturas que se han recuperado ligeramente en años recientes (figura, 3).

En la década de los ochenta se establecieron varias regulaciones para la captura del abulón (Secretaría de Pesca, 1988) como:

- a) La disposición de la talla mínima para cada una de las especies y zonas.
- b) La temporada de veda para cada zona.
- c) Determinación de cuotas de captura y esfuerzo.
- d) Prohibición de captura en la zona de entre-mareas.
- e) Prohibición de desconchado a bordo o en playas debiendo entregar la captura de abulón entero en planta.

- f) **Obligatoriedad de la repoblación de abulón en zonas de explotación, debido a la drástica reducción de las capturas.**

5.2 Desarrollo histórico del cultivo del abulón en México.

5.2.1 Investigación tecnológica.

En la década de los sesentas se iniciaron los primeros intentos por conocer la biología y ecología, de las poblaciones de abulón en México. En 1961 la M.C. Margarita Lizárraga Saucedo contempló la producción de crías de abulón en laboratorio y la posibilidad de producción masiva por cultivo, con el establecimiento de un lugar (con limitaciones en equipo y por el agua de mar contaminada) para producción de crías de abulón en El Sauzal (Estación de Investigación Pesquera, I.N.P.) (Ortiz-Quintanilla y Medina-Jiménez, 1978).

Así fué a partir de en 1962 las cooperativas pesqueras y algunos empresarios formaron un fondo abulonero aportando 6 ¢ de dólar por kilogramo de abulón capturado, para realizar estudios sobre el recurso que incluyeron los primeros intentos por cultivar el abulón en México (Mateus,1986; Ramírez-Granados, 1989). En la Tabla I se presenta la relación de las especies y las entidades que han desarrollado este tipo de acuacultura.

En el sexenio del presidente Adolfo López Mateos en 1963, la Estación de Biología Marina de El Sauzal de Rodríguez en B.C. propiedad del gobierno mexicano, patrocinó investigaciones del abulón, entre otras especies. Adquiere

TABLA I: Especies cultivadas en México.

ENTIDAD	Haliotis rufescens	Haliotis fulgens	Haliotis corrugata	Haliotis cracherodii	rufescens/fulgens (híbrido)
CRIP 1972-1979		✓			
LAB. ERENDIRA 1984-1987		✓			
BAHIA TORTUGAS 1984-1995		✓	✓		
BAHIA FALSA 1987-1992	✓	✓	✓	✓	
PROGRESO 1986-1995		✓			
I.I.O. 1984-1995	✓	✓	✓		
EMANCIPACION 1991-1995		✓	✓		
PUNTA EUGENIA 1990-1992		✓	✓		
ABULONES CULTIVADOS* 1989-1995	✓				✓

Fuente: Encuestas a las entidades de cultivo de Baja California en 1995.

* Se tiene a nivel de engorda 40.000 piezas de híbridos de abulón azul ♀ y abulón rojo ♂.

niveles importantes a inicios de la década de los setentas cuando se inició el primer "programa de cultivo y propagación de abulón" para repoblar áreas de explotación que fueron agotadas (Mateus, 1986). Este programa inicia en 1972 (contando con mejor equipado) y tenía como finalidad producir a escala piloto 100,000 juveniles de abulón azul de 3 cm de longitud mediante la aplicación de la técnica Japonesa y a su vez, adaptar estas técnicas a nuestro entorno. Lo anterior fué posible mediante financiamiento del fondo abulonero por cooperativas y algunas industrias (Ortiz-Quintanilla y Medina-Jiménez, 1978). Sin embargo, no se lograron las producciones planeadas. Además se crearon las bases de un sistema de información biológico y estadístico sobre algunas pesquerías, como la del abulón entre otras.

Para 1970 el Oc. Félix Cota, durante su tesis de licenciatura realizó los primeros desoves, fecundación artificial y desarrollo embrionario y describió la influencia de la temperatura en el desarrollo de Haliotis fulgens y Haliotis rufescens en condiciones de acuario concluyendo que, de los métodos utilizados para inducir al desove (como el incremento de temperatura en el agua, estimulación mecánica, shock térmico con esperma), el shock térmico, precedido de desecación, resultó ser el método de inducción más efectivo para la descarga de gametas, aunque también resultó efectiva la estimulación con espermas.

Adicionalmente, Félix Cota (1970) observó las diferencias del período de maduración gonadal entre machos y hembras y se evaluó la viabilidad de los huevos.

Cabe hacer notar que aún no existían las técnicas de inducción al desove por irradiación de luz ultravioleta (Kikuchi y Uki, 1976) o con peróxido de hidrógeno (Morse, 1977).

En 1973, como una medida más para la preservación del recurso abulonero el Biol. Martín Ortiz Quintanilla realizó en las aguas de las costas de Baja California Sur y en la Isla de Cedros, las "mareas de cría", procedimiento que consistía en extraer los organismos maduros sexualmente y su inducción al desove por medio de estimulaciones físicas. Cuando estos arrojaban los gametos en un recipiente agua de mar, los gametos se combinaban, vaciándose en bolsas de plástico que se bajaban al fondo del mar a bancos abuloneros por buzos que depositaban el contenido de la bolsa en el fondo. De esta manera se esparcieron en el medio natural millones de huevecillos de abulón ya fecundados (Ortiz-Quintanilla y Medina-Jiménez, 1978).

En 1975 se recibió un intercambio de cooperación técnica entre los gobiernos mexicano y el japonés. Los investigadores Shago Kikuchi y Nagahisa Uki fueron enviados como expertos de "Japan Internacional Cooperation Agency" (JICA), con

el objetivo de asesorar al Instituto Nacional de Pesca en las investigaciones relacionadas con la producción artificial de crías de abulón y con la administración del recurso por un periodo de tres meses (Kicuchi y Uki, 1976). Se efectuaron actividades como:

- a) Inducción al desove con abulón Haliotis fulgens mediante el método de radiación de agua marina con rayos de luz ultravioleta, experimento que indujo a los abulones a desovar con éxito. Sin embargo, hubo desfase en el tiempo de expulsión de gametos entre machos y hembras obteniéndose pobres resultados en la fertilización.
- b) Experimentos en la colecta de larvas mediante láminas onduladas transparentes en un acuario interior y en un estanque exterior de concreto, obteniéndose un mejor crecimiento en los tanques exteriores, pero con mayor mortalidad.
- c) Se pretendía contar con un cultivo puro de diatomeas bentónicas, como alimento para crías recién fijadas. Sin embargo, por falta de material en este proyecto, solo quedó descrita la técnica que utilizan en Japón.

En 1983 se inicio el programa de cultivo de abulón en el Centro de Eréndira por la Secretaria de Pesca y la Federación de Sociedades Cooperativas que opero hasta el año 1986. Este Centro proporcionó apoyo técnico a la Sociedad Cooperativa de producción Pesquera "Bahía Falsa" en San Quintín, para en el cultivo de ostión y abulón (Secretaría de Pesca, 1987).

En el sector académico, la U.A.B.C, ha desarrollado investigación sobre el cultivo de abulón a través del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.), la Facultad de Ciencias Marinas y la Facultad de Ciencias.

La U.A.B.C., a través del (I.I.O.) y con el apoyo de la Secretaría de Educación Pública, inicia un programa en 1984 sobre la ecología y transplante de juveniles de abulón en Baja California (Searcy-Bernal y Salas-Garza, 1984), tendientes a apoyar el esfuerzo del Sector Social del Sector Oficial, en las actividades inherentes al cultivo de abulón.

Este programa comprendió varias actividades que incluyeron:

- a) La conformación de un archivo con 250 referencias bibliográficas de las cuales se tenían 180 artículos in extenso sobre el tema.

- b) Salidas de prospección al campo en el Rosario B.C., en las que se colectó flora y fauna asociada a los juveniles de abulón, tipo de sustrato y se midieron algunas variables abióticas de influencia directa sobre estos organismos.
- c) Adquisición de 2,000 semillas de abulón rojo de laboratorio de California E.U. para iniciar la siembra experimental.

Este Instituto, de octubre de 1985 a junio de 1986, realizó en las Bahías del Rosario y Todos Santos B.C., tres diferentes siembras experimentales en el medio marino con Haliotis rufescens producido en California E.U. En este estudio se determinó la recuperación de la semilla (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1987), usando tres métodos de siembra:

- a) Sustratos artificiales (lozas de concreto) observando una recuperación de 4.4 % en cuatro meses.
- b) Siembra manual con una recuperación de 6.1 % en nueve meses.
- c) Siembra en jaulas con un una recuperación de 63.3 % en tres meses.

El tiempo de buceo para la siembra manual es mayor que para la siembra en lozas, pero éstas implican un alto costo de construcción, siendo recomendable el uso de jaulas por sus altas tasas de recuperación.

Durante el periodo 1986-1987, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C., cultivó larvas veliger de Haliotis fulgens provenientes del laboratorio de Bahía Tortugas, B.C.S., logrando el asentamiento y metamorfosis con éxito, en 6 a 8 días después de la fertilización. El primer poro respiratorio se observó a partir de los 41 días, a una longitud promedio de 1.8 mm, con un crecimiento de 87 $\mu\text{m}/\text{día}$ (2.6 mm/mes), durante los cinco meses que duro el experimento a una temperatura de 14°C - 21 °C (Searcy-Bernal, *et. al.*, 1988).

A partir de 1987 el I.I.O. de la U.A.B.C. ha desarrollado estudios sobre los diferentes aspectos de la producción de semilla en laboratorio (Searcy-Bernal y Salas-Garza, 1990; Searcy-Bernal, *et. al.* 1992a; Searcy-Bernal, *et. al.* 1992b):

En el trabajo de Flores-Aguilar (1989a), se probó por primera vez a un mismo tiempo el efecto de los inductores al asentamiento y metamorfosis diatomeas bentónicas, mucus de abulón, GABA y KCl sobre larvas veliger de Haliotis rufescens, producidas en el I.I.O. Se encontraron mejores porcentajes de metamorfosis a las 24 horas de la inducción con GABA (79.2%), siguiendo el KCl

(73.3%), el mucus de abulón (10.5%) y diatomeas bentónicas (4.2%). La mortalidad en todos los tratamientos fué del 90% a los 8 días (corespondiendo a las larvas sin metamorfizar). Se registró mayor crecimiento con los inductores GABA y KCl. En un segundo experimento con Haliotis corrugata, utilizando solo GABA como inductor, se variaron los tiempos de primera alimentación de postlarvas. Para todos los casos la metamorfosis fué total; pero el gran descubrimiento fué que los alimentados un día después presentaron sobrevivencia mayor a 70% en 22 días de postasentamiento, dando pauta a otros trabajos similares que continuaron sobre la materia y sien hoy en día utilizado en la practica comercial.

Tambien Flores-Aguilar (1989b), realizó un estudio para determinar la factibilidad técnico-económico para desarrollar un cultivo de abulón en Baja California. En esta tesis de postgrado por primera vez se analiza la viabilidad económica de construir y operar una granja de abulón vendiendo el abulón cultivado a talla medallón (5 a 7.5 cm de longitud de concha). Se proyectó a corto plazo construir un laboratorio productor de juveniles de abulón con capacidad de 500,000 semillas y a mediano plazo su engorda en artes de cultivo suspendidos en su medio natural, con una producción de 180,000 organismos de 5 cm a partir de los tres años de iniciada la operación y de 56,250 abulones de 7.5 cm a partir del cuarto año continuando con esta proporción. Con la aportación de capital de socios de un 10%

y la banca un 90% para un periodo de recuperación de 4 años, el proyecto resultaba rentable y atractivo a los inversionistas con una Tasa Interna de Retorno de 54% a 82%. Sin embargo, a pesar de la potencial rentabilidad, se concluyó que debido al nivel de desarrollo tecnológico aún incipiente, el riesgo era alto.

Godoy Corrales, (1990), realizó una evaluación del desarrollo gonadal y crecimiento en adultos de abulón rojo, mantenidos en laboratorio bajo condiciones de fotoperíodo normal y oscuridad continua, obteniendo los siguientes resultados:

- 1) Para los machos el índice gonadal es mayor en fotoperíodos normales y las hembras no mostraron diferencias entre ambos fotoperíodos experimentales.
- 2) En el fotoperíodo normal solo los índices gonadales de los machos se incrementaron en invierno y en oscuridad continua no se incrementaron los índices gonadales de ninguno de los sexos.
- 3) El crecimiento fué mayor en las hembras mantenidas en oscuridad continua.

García-Mendoza (1990), realizó una comparación de comparación a escala piloto de técnicas de producción de semilla de abulón azul, incluyendo la inducción al asentamiento y la metamorfosis en distintas densidades iniciales de larvas y

tiempos de primera alimentación. Obtuvo como resultado que el mejor inductor al asentamiento y metamorfosis fué el GABA con un 93% de metamorfosis, seguido de las diatomeas bentónicas con un 74.6% y el mucus de abulón con un 25.8%. La densidad de larva no causó efectos sobre el porcentajes de metamorfosis al utilizar GABA como inductor. En la etapa de cultivo de postlarvas a los 35 días resulto ser el GABA el mejor inductor en cuanto sobrevivencia postlarval 5.6% y 23.8%, pero el porcentaje de crecimiento más elevado se dió en larvas inducidas con diatomeas bentónicas (1.83 mm/mes), seguidas del GABA 1.7% y 1.6 mm y mucus de abulón (1.37 mm). Se observó una mayor sobrevivencia relativa a los 35 días postasentamiento (18.73) excepto el experimento con la densidad 3 lavas/cm² con un crecimiento menor que con la menor utilizada (1 larva/cm²). A los seis meses los juveniles presentaron una longitud de 10.77 mm con una sobrevivencia 3.5%. La mayor tasa de crecimiento se presentó después de la formación del primer poro respiratorio.

Además, en el I.I.O. se ha experimentado con diatomeas de un monocultivo para suministrarse como alimento y se ha encontrado que el crecimiento del abulón es mayor, al igual que el aumento de la sobrevivencia cuando se suministra diatomeas de un cultivo mixto (com. pers. Oc. Salas-Garza¹,1992).

-
1. M.C. Alfredo Salas Garza, 1992, Investigador del proyecto de abulón del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C.

El I.I.O. de la U.A.B.C., desarrolla en la actualidad un nuevo proyecto de investigación sobre la etapa crítica del cultivo (metamorfosis y postlarvas) que incluye aspectos de fisiología y ecología de larvas y postlarvas en sistemas de cultivo (com. per. Searcy-Berna, 1995²).

A partir de 1990, en el I.I.O. de la U.A.B.C. el equipo de la Dr. Teresa Viana Castrillón, ha realizado trabajos de nutrición y dietas artificiales para abulón, incluyendo los proyectos "Aprovechamiento de subproductos pesqueros" (para dietas artificiales de abulón) y "Efecto de xilageno de pescado cocinado como fuente proteica para dietas de abulón Haliotis fulgens". El trabajo de Monje Ariza, (1994) presenta el alginato de sodio como nutriente o aglutinante en dietas para juveniles de abulón azul, se demostro que es posible la sustitución del alginato por celulosa sin repercutir en la tasa de crecimiento en longitud aun que en el peso si hubo diferencia. La tasa de crecimiento en promedio en peso fué mayor para los organismos que consumieron mayor cantidad de alginato de sodio y se puede disminuir la cantidad de alginato de sodio, hasta un 1% para economizar (en un 31% en la elaboración de alimento artificial).

² Can. Dr. Ricardo Searcy Bernal, 1995 Director del proyecto de Abulón del I.I.O. de la U.A.B.C.

En la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California se han iniciado estudios sobre la biología del abulón (com. per. M. C. Stephano³, 1992), que pretenden:

- a) La maduración artificial de ovocitos de las gónadas que son retiradas como desecho del proceso del abulón silvestre que se enlata.
- b) Obtención de abulones transgénicos en donde se microinyecta el gen de la hormona del crecimiento de ratas y ratones a los abulones para lograr un crecimiento 3 o 4 veces su tamaño normal.
- c) "Incentivar" la reacción acrosomal en espermias de abulón.

En febrero de 1994 se reunieron representantes de los sectores productivo y académico involucrados en la acuicultura del abulón en México durante el Segundo Simposio Internacional sobre Abulón, celebrado en Hobart Australia, donde se organizaron tres mesas de trabajo para realizar un diagnóstico sobre el estado actual del conocimiento y la tecnología en cultivo de abulón, con la finalidad de apoyar la futura creación del Plan Nacional de Abulón. Estas reuniones fueron

³ M. C. Jose Luis Stephano, 1992, Maestro de la Facultad de Ciencias de la U.A.B.C.

presididas por el Dr. Alfonso Maeda del CIBNOR (Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste) y los coordinadores de las mesas de trabajo fueron:

- 1) El Cand. Dr. Ricardo Searcy Bernal, de la U.A.B.C., en la mesa de trabajo sobre 'La acuicultura'.
- 2) El Dr. Sergio Gusman del Prío, del I.P.N. Instituto Politécnico Nacional), en la mesa de trabajo 'Las existencias silvestres'.
- 3) Y el Oc. Roberto Flores Aguilar en la mesa de trabajo 'La comercialización y mercado' de la empresa (Abulones Cultivados S.A. de C.V.)

Además se comisionó al Oc. Raul Celis Ceseña de la Sociedad Cooperativa Emancipación y al Cand. Dr. Ricardo Searcy Bernal de la U.A.B.C como representantes de México ante la Asociación Internacional de Abulón en formación. Los mismos profesionistas, fueron comisionados para la formación de la Asociación Mexicana de Abulón A.C. (com.pers. Searcy-Bernal,1995).

En 1995, se ha instrumentado de un convenio de colaboración para la realización de actividades científicas y tecnológicas sobre el cultivo del abulón entre

los representantes del I.I.O. de la U.A.B.C. y la empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V. (com. pers. Searcy-Bernal y Flores-Aguilar, 1995⁴).

⁴ Oceanólogo Roberto Flores Aguilar, 1992, Director técnico de la empresa Abulones Cultivados, S.A. de C.V.

5.2.2 Producciones históricas de abulón cultivado.

El día 7 de noviembre de 1978, se inició la construcción del centro de acuicultura "Eréndira" propiedad del gobierno mexicano, operado por personal de la Secretaría de Pesca. Desde 1981 se inició la actividad técnica en este centro con organismos como el ostión. Fué a partir de 1983 que se firmó un convenio por la Secretaría de Pesca y la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, para conjuntamente operar el laboratorio desarrollando el segundo programa de producción de semilla de abulón con fines de repoblamiento en México. Uno de los objetivos de esta iniciativa era la producción masiva de semilla de 1 a 3 cm para repoblar bancos naturales, tomando la idea de Japón como país pionero en esta actividad. Por otro lado, se planteaba la capacitación de personal para el desarrollo de la acuicultura del abulón.

En 1983 en este centro se logró una producción de 3,000 semillas de Haliotis fulgens (abulón azul) menores de 10 mm de longitud (Tabla II y III). Para 1985 se contaba con 600 abulones de 25 mm y se continuó produciendo semilla hasta 1986, año en que el centro paró actividades (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1992).

En 1985 el laboratorio de acuicultura de la Secretaria de Pesca en "Bahía Tortugas" fué operado por personal de esa dependencia y personal de la

TABLA II: Producción de semilla de abulón en los laboratorios mexicanos.

ENTIDAD	COOP. BAHIA TORTUGAS LABORATORIO	COOP. PROGRESO LA BOCANA B.C.S. LABORATORIO.	FED. REG. SOC. COOP. PUNTA EUJENIA B.C.S. LABORATORIO	EMANCIPACION COOP. LAB. PUERTO NUEVO	ABULONES CULTIVADOS LAB.ERENDIRA
1983					3,000 azul <10 mm *
1984					22,000 * azul <10 mm
1985	1,500 Azul <10 mm				500 azul <10 mm * 600 azul 10-25 mm
1986	2,250 Azul <10 mm	20,000 Azul <10 mm 8,000 Azul 10-25 mm			
1987	3,700 Azul <10 mm	40,000 Azul <10 mm 25,000 Azul 10-25 mm			
1988	5,000 Azul <10 mm	20,000 Azul <10 mm 5,000 Azul 10-25 mm			
1989	10,000 Azul <10mm				
1990	11,000 Azul <10 mm	60,000 <10 mm Amarillo 35,000 Azul 10-25 mm			
1991	800 Azul <10 mm	100,000 Azul <10 mm 20,000 Azul 10-25 mm	12,000 Azul y Amarillo <10 mm	130,000 Azul <10 mm	
1992	11,000 Azul <10 mm 18,000 Azul 10-25 mm	No disponible	55,000 <10 mm Azul y Amarillo 8,300 10-25 mm Azul y Amarillo 1,000 25-60 mm Azul y Amarillo 163 >60 mm Azul y Amarillo		
1993		No disponible		21,000 azul 10-25 mm 950 azul >25 mm	
1994		No disponible		90,000 azul <10 mm.	110,000 10-15 mm. azul

Fuente: Encuestas y conversaciones realizadas a los representantes de los laboratorios de cultivo de abulón en B.C. hasta 1994.

* Laboratorio de Eréndira operado por la Secretaría de Pesca y las cooperativas entre los años 1983-1985

TABLA III: Inventario total de la semilla de abulón en los laboratorios mexicanos.

AÑOS	TAMAÑO (0-10 mm)	TAMAÑO (10-25 mm)	TAMAÑO (25-60 mm)	TOTAL ANUAL
1983	3,000			3,000
1984	22,000			22,000
1985	2,000	600		2,600
1986	22,250	8,000		30,250
1987	43,700	25,000		68,700
1988	25,000	5,000		27,000
1989	10,000			10,000
1990	73,000	35,000		108,000
1991	252,800	20,000		272,800
1992	76,000	26,300	1,163	103,463
1993	571,000		950	571,950
1994	90,000	110,000	380,000	580,000
TOTAL	1190,750	229,900	382,113	1799,763

Fuente: Encuestas y conversaciones realizadas a los representantes de los laboratorios de cultivo de abulón en Baja California hasta 1995.

cooperativa Bahía Tortugas, produciendo 1,500 abulones menores de 10 mm en el primer año de trabajo. En 1986, aumento la producción a 2,250 semillas menores de 10 mm y fué hasta 1989 que se obtuvieron 10,000 semillas menores de 10 mm (ver tabla II). En 1992 el laboratorio aún continuaba sus operaciones (com. per. P.Oc. Bazua-Sicre⁵, 1992).

En el periodo julio de 1985 a agosto de 1986, en la Bahía de Todos Santos, B.C. se inició el primer cultivo experimental de engorda de abulón en cautiverio, en artes suspendidas a media agua, con barriles de plástico perforados (con capacidad de 100 litros) para permitir la circulación del agua (Tabla IV). Se experimentó con 720 abulones rojos, con dos tallas promedio de 20 y 31 mm, obtenidos en la empresa Ab. Lab. de California E.U. Se alimentaron cada cinco o siete días con dietas diferentes (Macrocystis pyrifera y M. pyrifera con Egregia menziensis). El crecimiento anual fué de 27 mm y la sobrevivencia fué de 80% (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1992).

La cooperativa Bahía Falsa S.C.L. desarrolló un proyecto en 1986, en el que se cultivó abulón en el medio marino aplicando las técnicas mexicanas de cultivo "el

⁵ P. Oceanólogo. Luis Alfonso Bazua Sicre, 1992, Director del laboratorio de Bahía Tortugas por parte de la Secretaría de Pesca de B.C.S.

TABLA IV: Pre-engorda y engorda de abulón en México.

ENTIDAD	I.I.O. de U.A.B.C. ¹	Cooperativa Bahía Falsa.²	Coop. Pescadores Nacionales de Abulón.²	Abulones Cultivados S.A. de C.V.²
1986	720 (15-35 mm) rojo	14,000 (15-25 mm) amarillo		
1987				
1988				
1989				2,000 rojo (10 mm)
1990				
1991				10,000 rojo (10 mm)
1992			10,000 (>10 mm) Azul y amarillo	
1993				550,000 rojo (10-32 mm)
1994				380,000 rojo (15-60 mm)

Fuente: 1. Salas Garza y Searcy Bernal, 1992.
 2. Encuestas y conversaciones realizadas a las entidades de cultivo en Baja California hasta 1994.

farol y el medio barril" (artes de cultivo suspendidas). Para este fin la cooperativa solicitó asesoría al I.I.O. de la Universidad Autónoma de Baja California (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1992), Se utilizaron 14,000 semillas de Haliotis cracherodii (Tabla IV) obtenidas del medio natural con una talla de 1.5 a 2.5 cm. Los resultados de este experimento no han sido publicados ni se encuentran disponibles, sin embargo en poco tiempo se observaron altas mortalidades y azolvamiento en el arte de cultivo. Posteriormente se probó la técnica en otra zona (en la boca de Bahía Falsa), lugar que presentaba características más apropiadas para el abulón como son, la profundidad del agua y su temperatura. Aún así no se tuvo éxito debido a importantes pérdidas por hurto de las artes de cultivo, lo que originó que se trasladaran las operaciones a la Isla de San Martín B. C. (com. pers. Oc. González-Alcalá⁶,1992).

La importancia de estas artes estribó en que se utilizaron materiales disponibles en el país (llantas para automóviles, tubos de PVC., malla anchovetera, etc.); estas artes implican bajos costos y una fácil fabricación y manejo. A pesar de esto, los módulos presentaron problemas en el momento de ser operados (com. pers. Oc. González-Alcalá, 1992).

⁶ Oceanólogo Hector González Alcalá, 1992, Jefe del Depto. de Acuicultura de la Secretaría de Pesca en Ensenada, B.C.

Esta misma cooperativa en conjunto con la compañía estadounidense McCormick y Asociados, en 1988 desarrolló un proyecto experimental con duración de 11 meses, en Isla San Martín B.C. para determinar la especie de mayor crecimiento utilizando semilla de abulón rojo, abulón amarillo y abulón azul de 35 cm de longitud en promedio. Se utilizaron medios barriles con malla por un lado, a una densidad entre 8-17% del interior del medio barril. La especie con mejor crecimiento fue el abulón azul con 76.5 micras por día en los 11 meses que duró la investigación, el abulón rojo creció a 73 micras por día a baja densidad y 49.3 micras por día a alta densidad y el abulón amarillo a 10.1 micras por día. La mortalidad no fué reportada por los autores. (McCormick, *et al*, 1992).

En 1986 la cooperativa "Progreso" con su laboratorio en la Bocana, B.C.S. inició un cultivo experimental con abulón azul, bajo la técnica japonesa (utilización de láminas de vinil onduladas) logrando 20,000 semillas menores de 10 mm. y 8.000 de 10-25 mm. Se continuó trabajando y para el año de 1991 se produjeron de hasta 100,000 organismos de 1 a 10 mm y 20.000 abulones de 10-25 mm. La producción aumentó para el año siguiente llegando a ser en 1992, la cooperativa que produjo mayor cantidad de semilla (ver tabla II), la cual fué destinada a la repoblación de los bancos abuloneros. Además se probaron diferentes materiales para la construcción de contenedores con el fin de lograr una biotecnia de cultivo eficiente a menor costo. Esta cooperativa recibió asesoría de un técnico Japonés por varios

años, evento que no cambió el rumbo de la acuacultura mexicana (com. pers. Oc. Aguilar⁷,1992)

En 1987, la cooperativa " Bahía Falsa" implementó un cultivo a nivel piloto de abulones en la fase de engorda (para su posterior impulso a nivel comercial) en la Isla de San Martín y Bahía de San Quintín B.C., con base en la asesoría proveniente del centro de Erendira, utilizando sus propias artes de cultivo "Medio barril y Farol". En este proyecto se trabajó con un lote procedente de Erendira de 25,000 organismos (Secretaría de Pesca, 1987).

En 1990, la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera "Baja California", S.C.L., y las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera "Bahía Tortugas S.C.L.", "Buzos y Pescadores, California de San Ignacio S.C.L.", "Punta Abrejos" S.C.L. y "Pescadores Nacionales de abulón", iniciaron un proyecto de cultivo de abulón en el centro de Punta Eugenia, B.C.S. Esta entidad (creada sin fines rentables) tuvo como objetivo desarrollar una biotecnia de cultivo para la producción de semilla destinada a la repoblación de cada zona de las cooperativas participantes.

⁷ Oceanólogo Daniel Aguilar, 1992, Director del laboratorio de acuacultura de la Cooperativa Progreso en La Bocana, B.C.S.

El centro de Punta Eugenia atendió todas las fases del cultivo con el uso de la técnica japonesa (láminas onduladas), con una infraestructura que estuvo orientada a la producción de juveniles. Se trabajó con las especies Haliotis fulgens, y Haliotis corrugata, logrando producciones de 12,000 organismos menores de 10 mm en 1991. Para 1992 se lograron 55,000 abulones de la misma talla, 8,300 organismos de 10-25 mm, 1,000 abulones de 25-60 mm y 163 organismos mayores de 60 mm, entre ambas especies (ver tabla II). En 1993 se suspendieron actividades para elaborar un proyecto de expansión (com. pers. Biol. Espinoza-Montes⁸ 1992 y Biol. Pérez-Serrano⁹, 1995).

En 1991 inicia operaciones de laboratorio en Puerto Nuevo B.C.S. de la cooperativa Emancipación, para el cultivo de abulón azul, bajo el contrato de un paquete tecnológico y de asistencia en la producción de duración por varios años, con la empresa estadounidense Mc Cormick and Associates, el cual costó varios cientos de miles de dolares. En 1991 se logró una producción de 130,000 organismos de 1 a 10 mm, para 1991 y se contaba con 21,000 organismos entre 10-25 mm y con 950 abulones mayores de 25 mm. Para 1994 se contó con 90,000

⁸ Biólogo Antonio Espinoza Montes, 1992, Director del Centro de Acuicultura de la Federación de Cooperativas en Punta Eugenia, B.C.S.

⁹ Biólogo Abel Pérez Serrano, 1992, Director Técnico del laboratorio de acuicultura de la Federación Regional de Cooperativas en Punta Eugenia, B.C.S.

semillas menores de 10 mm (ver tabla II) (com. pers. Oc. Castro-Gálvez¹⁰).

En la Isla de Todos Santos B.C. se inició en noviembre de 1989 un proyecto por parte de la Sociedad Cooperativa "Rincón de Ballenas" S.C.L. ahora Abulones Cultivados S.A. de C.V., con carácter piloto-comercial, para determinar el arte de cultivo de engorda más apropiado a las condiciones del lugar. Se probaron tres artes de cultivo:

- 1) El barril fué una creación original de la empresa Estadunidense Ablab y también utilizado a nivel investigación en la Bahía de Todos Santos en 1985 por el I.I.O. de la U.A.B.C.
- 2) El farol, arte de cultivo desarrollado por Secretaria de Pesca, y empleado en el proyecto de Bahía Falsa en 1988.
- 3) La jaula japonesa, utilizada comúnmente en oriente para la preengorda antes de liberar semilla al mar (Hahn, 1989).

Este proyecto dió la pauta a uno de nivel comercial, en 1993, ahora con la empresa privada Abulones Cultivados S.A. de C.V. Este proyecto es el primero en

¹⁰ Oceanólogo Ricardo Castro Gálvez, 1992, Director de producción del laboratorio de la Cooperativa Emancipación en Bahía Tortugas, B.C.S.

México con la finalidad u objetivo de ser autónomo y con fines rentables, incluyendo todas las fases de producción para evitar dependencias externas y planeado a un nivel masivo-comercial nunca antes realizado en México (com.per Oc. Flores-Aguilar, 1995).

Dicha empresa hoy en día es el mayor productor en México y una de las mas grandes en el mundo. Cultiva abulón rojo y híbridos de abulón rojo y azul en artes suspendidas, jaulas y barriles, con tecnología base que partió de las granjas Ablab y Abalone International de California E.U., atendiendo las dos fases del cultivo:

- a) La fase de laboratorio se desarrolla en el centro de cultivo Eréndira, que fué transferido para su operación por la Secretaría de Pesca y con una capacidad para cultivar 25 millones de larvas competentes a su fijación por semana, bajo condiciones de temperatura ambiental, 10 millones de larvas en condiciones de temperatura controlada. Se cuenta con 576 tanques de 270 litros cada uno para cultivo de postlarvas y juveniles. Se ha obtenido una sobrevivencia de 3% en promedio desde el asentamineto larval a los 8-10 mm que alcanzan los organismos. Los abulones alcanzan de 2 a 3 mm en 80 días y 10 mm entre 5 y 7 meses. En 1994 se tuvo una producción aproximada de 160,000 abulones de 10 mm a siete meses de iniciar

operaciones en el centro y actualmente se producen alrededor de 100,000 semillas de 10 mm por mes. Se pretende producir 1'800,000 abulones de 10 mm por año. Se suministra dieta artificial a partir de los 2-3 mm hasta los 8 mm.

- b) La fase de engorda se encuentra en la Isla de Todos Santos B.C. y cuenta con un área potencial para engordar 20 millones de semillas de abulón por año. Se tienen actualmente en engorda 430,000 semillas de 1 a 6.5 cm de longitud. Se utiliza un arte en cultivo suspendido en el océano sujetos a varios sistemas de long-lines, que consiste de barriles de 1.76 m³ con una capacidad de 2,000 abulones por barril de 8.7 mm cada organismo y jaulas recubiertas de malla que poseen 23 placas en su interior con un área de 248,400 cm². Las tasas de crecimiento promedio fueron de 1.2 mm por mes en las operaciones de 1993 y han mejorado a 1.8 mm por mes en 1994-1995. Los abulones rojos provenientes del laboratorio de Eréndira y que están en engorda han crecido a una tasa mucho mayor 2.4 mm cada mes. El alimento suministrado es Macrocystis pyrifera, aunque en ciertas épocas del año se agrega Egrecia sp. y Gracilaria sp. (Flores Aguilar,1994).

La técnica y diseño del laboratorio y el sistema de engorda de la empresa Abulones Cultivados partió de granjas de California E.U. Sin embargo, ha tenido

que pasar por un largo y costoso periodo de adaptación y mejoramiento de la técnica para lograr los buenos resultados que se han tenido en la actualidad, demostrando que es factible cultivar comercialmente abulón en México (com.per Oc. Flores-Aguilar,1995).

A partir de diciembre de 1994, Abulones Cultivados inicio la venta de su producto en los mercados internacionales, Sur de California, E.U. y Japón, logrando el precedente de ser los primeros abulones cultivados mexicanos vendidos en el extranjero y logrando altas cotizaciones por ellos (com.per Oc. Flores Aguilar,1995).

En 1995, se están construyendo las instalaciones para un nuevo proyecto comercial de cultivo de abulón de gran magnitud en Erendira B.C., por la empresa Acuacultura de las Américas, S.A. Este proyecto empezará a operar en 1995.

5.3 Estado biotecnológico actual.

El cultivo de abulón consta de dos etapas con características tecnológicas totalmente distintas: una la obtención de semilla y la otra, la siembra o engorda de esta semilla (Searcy-Bernal y Salas-Garza, 1987).

De ocho unidades de producción que han existido, cinco han logrado producir semilla de abulón en laboratorio. Las técnicas empleadas han sido importadas de países como Japón y E.U. y se han modificado a las condiciones de la zona, a las especies del país, a los recursos o equipo con que cuenta cada laboratorio y a las aportaciones de los cultivadores.

Hasta 1992 en México se desarrolla la acuicultura del abulón a nivel experimental y piloto. Fué en 1993 cuando la empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V. inició un programa comercial de producción de semilla en laboratorio y de engorda en el mar. Paralelamente, la cooperativa Emancipación presenta hoy en día buenos resultados en su producción y tiene planes comerciales. Estos son logros muy trascendentales para la acuicultura del abulón en México que cambian la dirección de la actividad en forma muy prometedora.

En la acuacultura del abulón en México, se manejan todas las fases del desarrollo biológico del organismo (Tabla V), excepto la inducción a la maduración bajo condiciones controladas. Los centros de acuacultura de las cooperativas destinan su producción a la repoblación con organismos juveniles (10 mm de longitud).

5.4 Fase de producción de juveniles en laboratorio :

5.4.1 Area de acondicionamiento de reproductores.

En cuatro laboratorios de Baja California, los reproductores son tomados del medio natural y acondicionados desde 2 días hasta 1 mes bajo condiciones óptimas de temperatura, alimentación, calidad del agua, fotoperíodo y aireación. Esta área no es permanente en el 50% de los laboratorios existentes. De estos laboratorios, sólo dos presentan problemas de infraestructura y ninguno ha logrado desarrollar una técnica para madurar los reproductores fuera de su temporada natural del organismo, Solamente el laboratorio de la iniciativa privada mantiene un stock de sementales permanente de 700 abulones en sus instalaciones los cuales maduran de manera natural (com. pers. Flores Aguilar,1995).

TABLA V. Tecnología utilizada en los cultivos de abulón en México.

ENTIDAD	PRODUCCION DE SEMILLA			
	INDUCCION AL DESOVE	CULTIVO DE LARVAS	ASENTAMIENTO Y METAMORFOSIS	CULTIVO DE POSTLARVA Y JUVENILES
ABULONES CULTIVADOS LAB. EJ. ERENDIRA B.C	H ² O ₂	Flujo continuo	GABA	Diatomeas del medio natural y cultivadas, dieta artificial
SOC. COOP. BAHIA TORTUGAS, LABORATORIO	Desecación, luz UV, cambio de temperatura	Estatico	Diatomeas bentonicas, GABA	Diatomeas del medio natural
COOP. PROGRESO EN LA BOCANA B.C.S LABORATORIO	Luz U.V.	Estatico	Mucus de abulón, diatomeas bentonicas	Diatomeas del medio natural
FED.REG. SOC.COOP. BAJA CALIFORNIA EN PUNTA EUGENIA B.C.S.	Luz UV.	Estatico	Diatomeas bentonicas, GABA	Diatomeas del medio natural
COOPERATIVA EMANCIPACION, PUERTO NUEVO B.C.S. LABORATORIO.	Luz UV, H ² O ₂ , cambio de temperatura	Estatico	Mucus de abulón, segunda fase algal	Dietas artificiales.
		PRE-ENGORDA DE SEMILLA	ENGORDA EN EL MAR (Artes suspendidas)	
COOP. BAHIA FALSA SAN QUINTIN B.C			Forol y medio barril	
LAB. PUNTA EUGENIA. FED.REG.SOC.COOP.	Tanques rectangulares y circulares de cemento			
PESCADORES NACIONALES DE ABULON, ISLA CEDROS B.C.	Tanques rectangulares de cemento		Canastas.	
ABULONES CULTIVADOS S.A. DE C.V. ENSENADA B.C.	Tanques rectangulares de cemento		Barriles y jaulas con placas.	
I. I.O. DE U.A.B.C. ENSENADA B.C.			Barriles suspendidos.	

- FUENTES: 1. Secretaría de Pesca, 1991.
 2. Encuestas y conversaciones realizadas a las entidades de cultivo en Baja California en 1995.

5.4.2 Métodos de inducción del desove.

Se utilizan los siguientes métodos:

- a) Agua de mar fuertemente irradiada con rayos de luz ultravioleta, desarrollado en Japón por Kikuchi y Uki (1974a). Se colocan los abulones según su sexo en recipientes separados bajo flujo continuo de agua irradiada aproximadamente por tres horas. En el momento de la expulsión de gametos, se separan los organismos para colectar el producto sexual. Este es el método más frecuentemente usado por los laboratorios mexicanos.

- b) Peróxido de hidrógeno (Morse, 1984). Se colocan los reproductores en una solución de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) con una concentración de 5 mM de dos a tres horas y se retiran los organismos para ser colocados en agua de mar filtrada para esperar la expulsión de los gametos. Este es el método menos usado en los laboratorios mexicanos debido a los riesgos en su manejo. Sin embargo es el que se utiliza con mayor éxito en el abulón rojo (Flores-Aguilar, 1994).

- c) Shock térmico (Ino, 1952 en Félix-Cota, 1970). Al agua donde se encuentran los reproductores se le aumenta gradualmente (en tres

horas) la temperatura de 3°C a 6°C y se espera la expulsión de los gametos. Es poco utilizado ya que produce stress en los organismos y en los gametos.

- d) Desecación (Carlisle, 1945 citado en Félix-Cota, 1970). Se colocan los abulones fuera del agua a temperatura ambiente por un lapso de una a dos horas y posteriormente se regresa al agua de mar. Este método es utilizado comunmente en los laboratorios mexicanos en conjunto con otros métodos.
- e) Combinación de varios métodos. Por ejemplo, mantener al organismo fuera del agua a temperatura ambiente por una o dos horas y luego colocarlo en agua a la que se le aumenta gradualmete la temperatura 3°C a 4°C por arriba de la temperatura ambiente del agua.

La totalidad de los centros de cultivo mexicanos cuentan con esta área adaptada a sus condiciones y a la facilidad del manejo de operaciones. Los cultivadores, han establecido ciertas modificaciones a las técnicas extranjeras. A su vez, han construido parte del equipo utilizado en esta fase del cultivo (com. pers. Biol. Espinoza-Montes, P.Oc. Bazua-Sicre, Oc. Flores-Aguilar, Oc. Aguilar, Biol.

Fonseca-Venegas¹¹).

5.4.3 Cultivo de larvas

Existen dos métodos en el manejo de esta etapa del cultivo que son:

- Cultivo estático requiere de uno o dos cambios de agua durante el día.
- Cultivo abierto de larvas comprende un flujo continuo de agua.

El segundo método presenta mejores ventajas debido a que se mantienen de buen nivel la calidad del agua de mar se facilita el trabajo y se puede incrementar la densidad larval en el cultivo (com.per Oc. Flores Aguilar,1995).

Las larvas obtenidas de la fertilización son mantenidas en cubetas y tanques, no se les suministra alimento en esta fase (Morse et. al. 1979a, b, 1980b). Se dejan pasar de cuatro siete días hasta que la larva es competente al asentamiento.

Todos los centros de producción disponen de esta área de manera estratégica ya que de la capacidad de manejo sanitario de los organismos en esta área depende en gran parte la cantidad y la calidad de la producción. Los laboratorios en general utilizan un sistema estático en esta fase; el 60% de los laboratorios que existen

¹¹ Biólogo Francisco Fonseca Venegas, 1992, Director del laboratorio de acuicultura de la Cooperativa Bahía Tortugas.

tienen esta área acondicionada para producciones a nivel experimental y el 40% son orientados a nivel comercial y no se enfrentan con problemas en esta etapa.

5.4.4 Asentamiento y la metamorfosis en el cultivo de abulón.

Morse *et al.* (1979a, b, 1980a) mencionan que el proceso del asentamiento y la metamorfosis en algunas especies de abulón, necesita de inductores externos en el medio natural provienen de las algas rojas coralinas . En la actualidad se ha logrado producir una inducción similar a la natural con el ácido gamma-aminobutírico (GABA).

En las entidades de cultivo del país se tiene un especial cuidado en esta fase debido al alto índice de mortalidad que sufre el cultivo por lo que continuamente se realizan experimentos al respecto. Los inductores utilizados en México (ver tabla V) ya han sido probados tanto en laboratorios nacionales como extranjeros y son:

- a) Diatomeas bentónicas.
- b) Mucus de abulón.
- c) GABA.

En cinco laboratorios mexicanos se ha utilizado el método de mucus de abulón para inducir a la metamorfosis, solo en la empresa Abulones Cultivados se utiliza el GABA para este fin (com.per Oc. Flores-Aguilar,1995).

Para 1992 en los centros de cultivos Mexicanos y a nivel mundial, no se alcanzaba una disminución en el índice de mortalidad en la fase de asentamiento y metamorfosis (comp. pers. Biol. Fonseca-Venegas, Biol. Espinoza-Montes, Oc. Aguilar).

5.4.5 Cuidado de postlarvas y juveniles.

Los organismos que sobreviven la metamorfosis ya cuentan con un sistema digestivo y se alimentan de diatomeas bentónicas menores de 10μ (Norman Boudreau *et al.* 1986) como Cocconeis sp., Nitzchia sp., Amphora sp., Navicula sp., entre otras (Kafuku y Ekenove, 1983; Ebert y Houk, 1984; Leighon, 1985; Hahn, 1989 entre otros). Estas diatomeas se adhieren a las paredes de los recipientes donde se encuentran los abulones que reptan sobre las superficies (Flores-Aguilar, 1989b).

Esta area es la que por lo regular ocupa mayor espacio en el laboratorio. En los centros de producción del país se cuenta con tanques de fibra de vidrio y de

concreto en forma circular, semicircular y rectangulares; ubicados bajo recintos o a la intemperie.

En esta fase de cultivo es donde se obtienen las mayores mortalidades durante las primeras semanas del mismo, pudiendo exceder el 90% lo cual es considerado normal en todos los laboratorios del mundo (sin embargo todos los productores coinciden en que es necesario mejorar esta situación).

Los juveniles de abulón se tienen bajo las condiciones óptimas de luz, alimento, temperatura, calidad y flujo del agua para que el organismo alcance las tallas apropiadas para ser trasladado a las zonas marinas de repoblamiento o engorda (com. pers. Biol. Espinoza, P.Oc. Bazua-Sicre, Oc. Aguilar, Biol. Fonseca-Venegas).

Cuando los juveniles alcanzan una talla entre 5 y 10 mm requieren de un cambio progresivo en la dieta, de microalgas a macroalgas (Macrocystis sp., Egrecia sp. y Eisenia sp. etc.) que continúan como alimento hasta la etapa adulta (com. pers. Oc. Castro-Gálvez, P. Oc. Bazua-Sicre, Oc. Aguilar, Biol. Pérez-Serrano).

En el caso de la empresa Abulones Cultivados se utiliza dieta artificial. La semilla desde los 2 mm hasta que alcanza 8 mm es alimentada con hojuelas

provenientes de California E.U. (com.per Oc. Flores-Aguilar,1995).

5.5 Fase de engorda de juveniles.

Hasta 1995 de los ocho proyectos que se han realizado históricamente en la Península de Baja California, en cinco de ellos se produce la semilla en los propios laboratorios y en algunos casos se continúa hasta la fase de pre-engorda. En el 60% de estos proyectos sus producciones culminan con la repoblación; el 20% es para la pre-engorda en el mar (caso de la coop. Pescadores Nacionales de Abulón S.C.L.) y el otro 20% engordan la semilla en el mar (caso de Abulones Cultivados S.A. de C.V.), (ver tabla V).

5.5.1 Pre-engorda de juveniles en tierra.

En la actualidad cuatro centros desarrollan esta etapa, de los cuales los tres proyectos de las cooperativas (Progreso, Bahía Tortugas, Emancipación), utilizan sus producciones para la repoblación de sus zonas de captura. Aún así, en los laboratorios se realizan experimentos en dietas, tipos de crecimiento, etc. para lo cual tienen abulones que pasan de las tallas de repoblamiento. El centro de la cooperativa Emancipación es la única entidad cooperativa en Baja California que, bajo el paquete tecnológico que adquirió, está muy cerca de adaptar la engorda de

abulón en tierra.

En México las entidades de cultivos en tierra tienen sus instalaciones con tanques rectangulares de cemento ó de fibra de vidrio, tanques circulares ó ambos, que son complementados con láminas onduladas (técnica japonesa), camas de malla y una serie de refugios para aumentar el área de superficie (Tabla IV).

La engorda de abulón en tierra en tanques de corriente rápida (race ways) no se ha hecho en México. Dos centros de las cooperativas han construído una sección de estos tanques; sin embargo han tenido problemas en su diseño y no han logrado ponerlos en operación para producir abulón comercial cultivado (tipo medallón). También la empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V. acondicionó unos tanques de este tipo e intentó hacer engorda en tierra por siete meses, pero debido a las altas temperaturas que alcanza el agua de mar en verano los resultados de crecimiento y sobrevivencia fueron mas bajos que los obtenidos en el proyecto de engorda en la isla de Todos Santos, optándose por discontinuar este cultivo.

5.5.2 Engorda de juveniles en el mar.

El sector privado con la empresa Abulones Cultivados engorda los abulones en barriles y jaulas (con laminas en su interior) suspendidos en el mar, en la Isla de

Todos Santos B.C. Este proyecto opera con la especie Haliotis rufescens e híbridos de Haliotis rufescens y de Haliotis fulgens . En la actualidad se tienen 430.000 semillas de las cuales una parte es producida en su propio laboratorio en Eréndira B.C. Las operaciones son a nivel masivo-comerciales y la propia empresa considera que es la granja de este tipo más grande en el mundo (com.per Oc. Flores Aguilar,1995).

El otro proyecto es a nivel experimental en la Isla de Cedros, con canastas suspendidas diseñadas por la propia cooperativa Pescadores Nacionales de Abulón S.C.L.

5.6 La repoblación como objetivo de las cooperativas.

La repoblación en México tiene dos décadas desarrollándose y se originó con las "mareas de cría" realizadas por el Biol. Ortiz Quintanilla en 1972, intentos que fueron avanzando hasta colocar los abulones juveniles en diversos refugios artificiales (lozas, canastas, jaulas, etc.) ó dejar la semilla en el piso oceánico (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1987).

La repoblación es una alternativa que han adoptado todas las entidades de cultivo pertenecientes a las cooperativas, en respuesta a los notables decrementos en las capturas del recurso y a la presión ejercida por parte de la Secretaría de Pesca (Artículo 51 del Diario Oficial de la Federación, 21 de julio de 1992), para que desarrollen esta actividad en forma obligatoria, ya que extraen organismos vivos del medio marino. Según Salas Garza y Searcy Bernal (1987), esta actividad debe contemplar varias puntos:

- a) La metodología más apropiada.
- b) Los lugares destinados a la repoblación.
- c) La etapa de desarrollo del organismo para ser sujeto a la repoblación.
- d) Forma de evaluar la eficiencia de la actividad.

La repoblación como actividad es difícil de ser evaluada. Según Hooker y Morse (1985), la recuperación de abulones repoblados en un plazo menor de tres años se contempla por abajo del 33%. Según Salas-Garza y Searcy-Bernal (1987), las recuperaciones en la Península de Baja California son de 1-5 %. Además particularmente en México no se ha determinado la técnica de siembra más adecuada y la forma de evaluar esta actividad, tomando en cuenta que cada zona presenta características diferentes.

Cabe mencionar que el hecho de obtener semilla de abulón para ser destinada a la repoblación, implica una gran inversión en infraestructura para la producción y abastecimiento de la misma sumado a un alto costo de producción.

5.7 Infraestructura y recursos humanos en las unidades de producción.

En México han existido ocho entidades desarrollando el cultivo comercial del abulón, de las cuales siete son unidades del sector cooperativo de producción pesquera y sólo una entidad es del sector privado. Para ambos sectores el cultivo de abulón es reciente: en 1980 inició el sector social y en 1993 el sector privado, siendo el centro de acuacultura en Eréndira B.C el más antiguo en operación con una infraestructura instalada desde 1979.

5.7.1 Capacidad Instalada global.

En la actualidad considerando los cinco laboratorios de producción de semilla con que cuenta actualmente el país, la producción que se tiene no es representativa de la capacidad instalada debido al conjunto de limitantes para operar las entidades de cultivo. Esta infraestructura instalada comprende tanques rectangulares, tanques circulares, láminas onduladas y refugios (Tabla VI). Es evidente la capacidad instalada ociosa que existe, la cual no fué posible evaluar a detalle, pero que se estima que es alrededor del 30%.

TABLA VI: Infraestructura de producción en las unidades acuaculturales de abulón en México.

ENTIDAD	PRODUCCION DE SEMILLA	PRE-ENGORDA DE SEMILLA		ENGORDA DE SEMILLA		
	TANQUES RECTANGULARES CON PLACAS	TANQUES CIRCULARES	TANQUES RECTANGULARES DE CEMENTO	ARTES FLOTANTES		
	Nº Tanques	Nº Tanques	Nº Tanques	Barriles	Jaulas	Canastas
COOPERATIVA BAHIA TORTUGAS, LABORATORIO.	14	3				
COOPERATIVA EMANCIPACION, LABORATORIO.	31					
FED. REG. SOC. COOP. PUNTA. EUGENIA B.C.S. LABORATORIO.	4	16	5			
COOPERATIVA PROGRESO, LABORATORIO.	5					
ABULONES CULTIVADOS, S.A. de C.V.		576	21	320	100	
PESCADORES NACIONALES. DE ABULON			16			50
TOTAL	54	595	21	320	100	50

Fuente: Encuestas realizadas a los representantes de las entidades de cultivo en Baja California en 1995.

5.7.2 Problemas detectados en la ingeniería de la infraestructura.

No se observan cambios en la distribución de las áreas de producción de los laboratorios, pero sí en la ingeniería de los tanques de producción, los cuales han sufrido adaptaciones para mejorar su sistemas.

Por otro lado en el centro de Eréndira se hicieron tres diferentes tomas de agua de mar antes de llegar a la toma que se tiene actualmente con la que no se tienen problemas. En el centro de Punta Eugenia la bomba y la tubería ha tenido cambios por la necesidad de mayor capacidad. En el caso del laboratorio de la cooperativa Emancipación se tiene proyectado cambiar la toma de agua y algunos cambios leves en los tanques.

5.7.3 Organización técnico-administrativa

Por lo general cada centro mexicano de producción es operado por 4 o 5 personas de las cuales la mitad forma parte de la administración y el resto del personal desarrollan las labores técnicas y de mantenimiento. Solamente en uno de los centros, el personal tiene funciones administrativas y a su vez técnicas. En las entidades de cultivo de México, se cuenta con profesionistas capacitados en el cultivo de abulón que han tomado adiestramiento en la U.A.B.C. y en visitas a otros

países como Japón y E.U. o han adquirido la experiencia en el manejo de estas diferentes técnicas en los mismo centros de cultivo del país (com. pers. Oc. Andrade-Patrón,¹² 1992 y Oc. González-Alcalá¹³, 1992).

¹² Oceanólogo. Mario Andrade Patrón, 1992, Director del Depto. de Pesquerías de la Cooperativa Bahía Tortugas. En Bahía Tortugas. B.C.S.

¹³ Oceanólogo Hector González Alcalá, 1992, Jefe del Depto. de Acuicultura de la Secretaría de Pesca. Unidad Ensenada B.C.

5.8 Normavidad.

El cultivo de abulón es una actividad que se enmarca en el cuadro de biotecnias de la acuicultura, razón por la cual el instrumento rector de dicha actividad es la Ley Federal de Pesca.

Desde 1946 hasta mayo de 1990 la Secretaría de Pesca, a través de la Ley Federal de Pesca, otorgaba exclusividad de explotación (pesca y cultivo) del abulón en favor del sector social organizado en sociedades cooperativas (Capítulo IV, VI, artículos 24, 55). Sin embargo a partir de diciembre de 1992 cambio la ley (D.O. 31 de 1992) y hoy en día los interesados pueden ingresar a esta actividad cumpliendo con los siguientes requisitos:

- a) Estar constituido conforme a las leyes mexicanas y
- b) Tener domicilio en territorio Nacional.

Además deberán solicitar a la Secretaría de Pesca el otorgamiento de concesión de zona y permisos. Aunado a lo anterior, se deben reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales que marca la ley y el reglamento respectivo. Cabe hacer notar que estas concesiones son intransferibles y con duración mínima de cinco años y máxima de cincuenta años (artículo 49, Reglamento de la Ley

Federal de Pesca del 21 de julio de 1992).

El desarrollo de la acuicultura del abulón que no requiere de concesión, es el que se efectúa en territorio de propiedad particular, ejidal o comunal, según la reforma del artículo 37 del Reglamento de la Ley Federal de Pesca. El interesado deberá dar aviso solamente a la Secretaría con treinta días de anticipación al inicio de operaciones y se le obligará a cumplir las normas técnicas y sanitarias que emita el Gobierno Federal.

En la actualidad, existen programas de simplificación dependencias gubernamentales (administración pública federal) para impulsar esta actividad acuacultural brindando información, simplificando los trámites con el establecimiento de la Ventanilla Unica, para la tramitación de constitución, concesión y registro de la sociedad cooperativa acuícola; proporcionando asesoría técnica y promoviendo la utilización de tierras desaprovechadas o inutilizables para la agricultura y ganadería pero con vocación acuícola (Secretaría de Pesca, 1990).

Un factor limitante en el desarrollo de la acuicultura es el acceso rápido y seguro a terrenos en zona federal y ejidal (Secretaría de Pesca, 1994).

Hasta el momento no existe una ley que limite el uso de alguno de los

métodos tradicionales de cultivo o normatividad referente a las tallas mínimas para comercializar el abulón cultivado. La empresa Abulones Cultivados ha venido exportando legalmente abulón cultivado (5.5 - 7.0 cm de longitud) en los últimos meses de 1994-1995 sin ningún problema (com.pers. Flores Aguilar,1995).

Para incentivar las inversiones y el desarrollo de la actividad pesquera, en particular la acuicultura, la Secretaría de Pesca a través de la Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero y con el apoyo de la Dirección General de Acuicultura, propuso tarifas y negociaciones en materia fiscal a la Secretaría de Energía, Minas e Industria paraestatal, (Secretaría de Pesca, 1992) obteniendo lo siguiente:

- a) A nivel fiscal, definición y reconocimiento jurídico de la acuicultura como actividad pesquera en el marco del código fiscal de la federación y de la ley federal del impuesto sobre la renta, a fin de hacerla sujeta del beneficio de la reducción del 50% de impuestos tanto para personas físicas como morales.
- b) La devolución del impuesto al valor agregado es un proceso que existe para las empresas acuiculturales, que permite la recuperación del saldo en un período menor al establecido en la ley. Dicho procedimiento consiste en garantizar mediante fianza, por un plazo de

seis meses el importe de la cantidad cuya devolución se solicita, bajo los requisitos que se señalan en las reglas generales y otras disposiciones de carácter fiscal.

- c) Se reformó el artículo 16 fracción V del código fiscal de la federación para comprender a la acuicultura dentro de la actividad empresarial pesquera y bajo el actual artículo 42 de la ley del impuesto sobre la renta, la estanquería rústica puede considerarse como activo fijo, por lo que se beneficia con la deducción anual.
- d) A nivel tarifas sobre el consumo de energía eléctrica, la Secretaría de Energía Minas e Industrias paraestatales promueve convenios, para que las granjas acuícolas se enmarquen en planes que les produzca ahorros cercanos al 25% en el consumo de electricidad.
- e) A nivel de derechos sobre el uso del agua, el artículo 224 fracción V de la ley federal de derechos dispuso que no se pagará este derecho por las aguas que regresen a su fuente original, o sean extraídas del subsuelo y vertidas a fuentes superficiales, siempre y cuando se obtenga un certificado de la Comisión Nacional del Agua de que no están contaminadas ni alterada su temperatura.

- f) Las empresas acuaculturales pueden ser excentos de pagos de derechos por descargas de aguas residuales, si cumplen con las condiciones particulares de descarga o de las normas técnicas ecológicas, concentración promedio de demanda química de oxígeno y de sólidos suspendidos, indicados en la Ley General de Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente.

5.9 Aspectos economicos- financieros.

5.9.1 Fuentes de financiamiento

Este aspecto es uno de los más importantes en relación con cualquier actividad productiva. Hoy en día los recursos financieros son escasos, el crédito se ha vuelto caro y difícil de conseguir; además, en ocasiones los productores desconocen parcial o totalmente los trámites y requisitos a cubrir exigidos por las diversas fuentes financieras relacionadas con la actividad, lo cual incide negativamente con el desarrollo de la misma.

Los programas de financiamiento para la acuicultura del abulón en México pueden ser otorgados por los Bancos y los Fondos como el Banco de México-FIRA, BANPESCA-FONDEPESCA, COMERMEX-NAFINSA, BANCOMEXT-(Programas de apoyo integral), que otorgan crédito a los grupos o personas físicas encaminadas al desarrollo de la acuicultura, cuando estos cumplen con los requisitos establecidos por los programas de crédito. En el caso específico del cultivo del abulón, como representa una nueva modalidad, no cuenta con suficientes antecedentes viables que lo respalden, pero si altos riesgos en su realización.

5.9.2 Sujetos de crédito y proporciones a financiar

En el sector social, el banco financía del 70 al 90% de la inversión total de los proyectos. La aportación del productor se constituye, además de efectivo y bienes, con obras de infraestructura que el gobierno estatal o federal ceden en favor de los productores y con aportaciones de mano de obra (com. pers. Ing. Hernández Estrella¹⁴, Oc. Cruz-Paredes¹⁵,1992).

En el sector privado los sujetos de crédito pueden ser personas físicas o personas morales. Con el propósito de lograr una estructura financiera sana en los proyectos acuícolas del sector privado, el banco otorga créditos del 50 al 60% del total de la inversión del proyecto y el(los) productor(es), los bienes que se consideran como aportación del productor, que forman necesariamente parte del proyecto (com.per. Ing. Hernández-Estrella, 1992).

5.9.3 Plazos de amortización

Los plazos para amortizar los créditos que otorgan las diversas instituciones

¹⁴ Ingeniero. Gonzalo Hernandez Estrella ,1992, Asesor pesquero del banco BANAMEX, Unidad Ensenada, B.C.

¹⁵ Oceanólogo Jesus Cruz Paredes,1992, Ejecutivo de Pesca del banco SOMEX, Unidad Ensenada B.C.

financieras, son negociadas entre la banca y la entidad que cultiva dependiendo del tipo de cultivo. En el caso del abulón, su lento crecimiento hace que se contemple la capacidad de pago del proyecto. Aunado a esto, en los casos específicos donde el acondicionamiento y la infraestructura apenas se inician, se hace un estudio socio-económico, para establecer el plazo de pago en función de las características particulares de cada proyecto; por lo que se elaboran calendarios detallados de producción e ingresos, a fin de determinar los períodos de pago. Este último aspecto es uno de los obstáculos más importantes que limitan a las entidades financieras para apoyar el cultivo de abulón (com.per. Oc. Cruz-Paredes, 1992).

5.9.4 Tasas de interés

Se aplican las tasas establecidas en el esquema que proporciona la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Las tasas de interés en todos los casos son variables de acuerdo con el costo porcentual promedio (cpp) que el Banco de México dé a conocer mensualmente. Las tasas de interés aplicables dependen del tipo de crédito, del nivel socio-económico de los productores, de la rama de la actividad y de la prioridad del producto.

5.9.5 Garantías.

La relación garantía-crédito es de suma importancia para la banca. Esta relación alcanza una proporción mínima de 2 a 1 e incluye los bienes a adquirir. Todos los financiamientos acuícolas al sector privado (personas físicas o morales), deben de estar respaldados con garantías reales y preferentemente con garantías adicionales (com.pers. Ing. Nava Guajardo¹⁶, Ing. Hernandez Estrella, Oc.Cruz Paredes,1992).

5.9.6 Seguro acuícola

En la actualidad la empresa privada Abulones Cultivados S.A. de C.V. cuenta con un seguro acuicola a través de la compañía Nacional Provincial, cuya prima representa el 6% del monto asegurado. Este seguro cubre tanto las instalaciones como la producción en Eréndira y en la Isla de Todos Santos, contra catástrofes y robo (Flores Aguilar,1994).

¹⁶ Ing. Nava Guajardo Claudio,1992, Agente de FIRA,Unidad Ensenada, B.C.

5.9.7 Economía de cultivo

Los costos de producción que se generan en forma continua durante el proceso productivo, son cuantificables por flujos de dinero requerido por unidad de tiempo o de cantidad de mano de obra empleada. Este es el caso de las materias primas energía, transporte y mano de obra.

Para que una empresa de cultivo de abulón sea económicamente viable, requiere producir a un costo competitivo y ser capaz de vender con una ganancia razonable. Para lograr tal fin, se debe contar con una infraestructura básica necesaria que varía en orden de miles a cientos de miles de dólares, dependiendo en gran medida de la fase o las fases de cultivo en que se incurra, la tecnología utilizada y la escala de producción (com. per. Oc. flores-Aguilar, Oc. Cruz Paredes,1992).

En la Tabla VII se hace un desglose de los costos iniciales de producción en México.

TABLA VII: Costos estimados de inversión y operación para el primer año de producción para una granja de abulón en México con una capacidad instalada de 1 millón de semillas de 10 mm por año.

INVERSIÓN	Dólares
Terreno 1 Hectárea	15.000
Edificio de laboratorio	75.000
Tanques de cultivo.	85.000
Aparato U.V.	3,500
Filtros	29.500
2 vehículos	20.000
2 embarcaciones de 18 pies	12,000
Generador de energía	15.000
Bombas para agua.	24.000
Tuberías.	25.000
Bombas para aire.	2.000
Artes de cultivo de engorda	85.000
Esterilizador de luz ultravioleta.	2.500
Sementales.	10.000
Equipo de limpieza.	1.500
TOTAL	\$ 405.000
COSTOS DE OPERACION	
Sueldos.	83,000
Utilería.	26.200
Mantenimiento de vehículos.	4.800
Alimentación.	2.600
Teléfono.	2.000
Mantenimiento de filtros.	1.500
Mantenimiento en gral.	8.500
TOTAL	\$ 128.600

Fuente: Roberto Flores-Aguilar, empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V.

5.10 Mercado y comercialización.

En estudios de mercado realizados en 1988 por la empresa norteamericana Abalone Unlimited Inc. de Morro Bay, se encontró que la demanda de abulón en Japón y el estado de California en E.U. está por encima de la oferta. Además se arrojaron datos importantes como el interés por el abulón vivo o seco, sin ser el precio una limitante en países de Oriente. Además se estimó que en un período de 5 a 10 años habrá un equilibrio entre la demanda y la oferta (Flores-Aguilar, 1989a).

5.10.1 Descripción y propiedades del producto

El abulón se ha considerado como uno de los moluscos más apreciados por su sabor característico, por el alto poder alimenticio y por su apariencia; ha sido un producto con alto valor comercial y gran demanda en diversos países principalmente en E.U. Japón, China, Hong Kong, Taiwan y Corea (Seafood leader, march/april, 1991, pp 162-170).

En el mercado internacional, la carne del abulón se vende en cinco presentaciones: vivo en concha o fresco, en bistec "Medallón", en filete congelado, seco y enlatado (Seafood leader, march/april, 1991, pp 162-170).

La Tabla VIII se refiere a las presentaciones que a continuación se describen:

- a) La presentación en vivo (concha o fresco) es preferida por los japoneses para ser utilizado como sushi, sashimi y en una gran variedad de recetas donde se requiere que el producto esté totalmente fresco y libre de procesos de descomposición, ya que en la mayoría de los casos se consume crudo. El abulón mejor cotizado es el japonés (ezo-awabi) de 10.2 a 12.7 cm presentado en vivo, que se vende en el mercado de mayoreo de Tokio de 56 a 70 dólares el kilogramo (equivalente a un precio de pura carne de 240 a 350 dólares el kilogramo). El abulón rojo es la especie con mayor demanda entre las especies exportadas a los E.U. (Seafood leader, march/april, 1991, pp 162-170).

- b) El bistec de abulón es de agradable sabor y de una mejor textura que la de la carne del ganado vacuno; este producto lo brindan los mejores restaurantes selectos de E.U., a precios de hasta 25 y 30 dólares por 4 onza. El precio alcanzado por este producto dependiendo de su calidad es de 50 a 80 dólares el kilogramo. En California E.U. el filete de abulón se clasifica en tres categorías:

TABLA VIII: Indicaciones de precios de abulón en el mercado mundial.

PAISES	ESPECIES Haliotis	PRESENTA- CION	PROVEEDOR	PRECIO (\$ U.S.)	UNIDAD	
U.S.A. California	rufescens	Filete	Mayorista	70-110	kg.	
	rufescens	Vivo	Pescadores	18	/animal *	
	rufescens	Vivo	Granja	3.50	/animal (8 cm)	
	cracherodii	Fresco	Mayorista	14	/animal	
	cracherodii	Vivo	Pescadores	10	/animal	
	fulgens	Vivo	Granja	34	kg.	
	Seattle, Wa.	kamschatkana	Congelado	Mayorista	26	kg.
		cracherodii	Congelado	Mayorista	17	/animal
	Alaska	kamschatkana	Congelado	Mayorista	26	kg.
		kamschatkana	Vivo	Pescadores	15	kg.
	Hawaii	cracherodii	Congelado	Mayorista	17	/animal
		rufescens	Filete	Granja	6	/animal (8 cm)
rufescens		Filete	Granja	16	/animal (11cm)	
MEXICO	cracherodii	Congelado	Pescadores	10-17	kg.	
	rufescens	Vivo	Granja	1.80	6.5cm / 0.055kg	
	rufescens	Vivo	Pescadores	10-17	kg.	
	fulgens	Congelado	Pescadores	10-17	kg.	
	corrugata	Congelado	Pescadores	10-17	kg.	
JAPON	discus hannai	Vivo	Granja	60-70	kg.	
	discus hannai	Fresco (pura carne)	--	280 - 350	kg.	
AUSTRALIA	ruber	Enlatado	--	26	0.4 kg	
NUEVA ZELANDIA	iris	Enlatado	--	26	0.4 kg	

Diversas fuentes: 1. Seafood Leader Mar/Abril 1991. 2. Flores Aguilar, 1989a.
3. Toho America Corp., Seattle, Wa. 1995.

* talla minima de captura 17.8 cm. para Haliotis rufescens.

- 1) filete de primera clase que tiene un color blanco y que por lo general, es de abulón rojo Haliotis rufescens.
 - 2) producto de segunda clase que se deja completo y se envia al mercado oriental.
 - 3) y producto de tercera clase que son las partes duras del organismo que es utilizado en sopas (Seafood leader, march/april, 1991, pp 162-170).
- c) El abulón enlatado es consumido especialmente por los chinos aunque la mayoría de este producto es de baja calidad. A pesar de ésto, la producción mexicana de abulón enlatado de la marca "CALMEX", es reconocida por su alta calidad y alcanza precios de hasta 84 dólares el kilogramo (carne solamente) en el mercado de mayoreo y 26.25 dólares, una lata con 425 g de carne con su líquido de cobertura (com. per. Ruffo-Sánchez¹⁷,1992).
- d) El abulón seco es predominante consumido por el mercado de China. Algunas formas de abulón seco pueden considerarse más apreciadas que el

¹⁷ Señor Ernesto Ruffo Sánchez, 1992, Gerente de Operaciones de la Ocean. Garden Products, Inc. Unidad Ensenada B.C.

abulón vivo Azo-awabi. En Japón, el abulón seco de buena calidad se vende a 160 dólares el kilogramo (Seafood leader, march/april, 1991, pp 162-170).

5.10.2 Precio del abulón en el mercado internacional.

La disminución del recurso natural de abulón y por lo tanto, de los niveles en su oferta, han ocasionado incrementos notables en su precio. El consumo de este producto en los países de Asia se estimó en un valor de 300 a 400 millones de dólares anuales; pero tan solo para Japón, se estimó un consumo de 30 millones de dólares al año (National Marine Fisheries Service, 1975, mencionado en Hooker y Morse, 1985).

Los mayores mercados identificados son el de California a nivel de restaurantes y los de Japón y Hong Kong, en donde se alcanzan los mayores precios. Sin embargo, países como Corea, Taiwan, China, Australia, Nueva Zelanda, Canada y México, demandan este producto a menor precio.

Los precios se fijan en base a la calidad del producto, a su presentación, la especie del abulón, la talla del organismo y en el caso específico de Japón, a la

época del año (com. per. Manabe¹⁸, 1995).

En Japón se pagan los precios más altos por este producto (alrededor de 70 dólares el kilogramo de abulón vivo de 10 a 13 cm), comparado con \$22 a \$26 dólares por kilo de los organismos de 5 a 9 cm que se paga en California.

¹⁸ Nahomi Manabe, 1995, Jefe de ventas de la compañía Toho America Corp., Seattle, Wa.

5.11 Problemática expresada por los productores actuales.

Los productores mexicanos actuales expresaron los problemas siguientes en torno al cultivo de abulón:

5.11.1 El capital.

Cinco de seis productores se refieren a que una gran limitante en el desarrollo de su proyecto fué por problemas financieros, por no contar con recursos suficientes u oportunos para adquirir los materiales y equipo necesarios.

Para la construcción de las granjas se diseñó la infraestructura mínima indispensable y al pasar el tiempo se tuvo la necesidad de crecer, por lo cual era necesario invertir en equipos, pero a su vez se requería esperar por estas adquisiciones, situaciones que originaron problemas reflejados en la producción.

Además como los recursos económicos son caros y escasos, en la toma de decisiones se optó por adquirir solo los materiales y equipo para la operación de las entidades sin poder adquirir equipo extra para las situaciones de emergencia.

5.11.2 La planeación.

Cinco de los seis productores mencionan que los motivos por las que ingresaron al cultivo de abulón, fueron políticos y no económicos, con el unico objetivo de destinar la producción de los laboratorios a la incierta actividad del repoblamiento, forzados por el Gobierno Federal y no por la motivación del mercado del abulón talla medallón, el cual genera utilidades más seguras para poder continuar con estos programas.

5.11.3 Servicios y comunicación.

Los laboratorios que se encuentran en el area central de la Península de Baja California tienen problemas de abastecimiento de insumos para la producción, no cuentan cuentan con energía eléctrica teniendo que contar con generadores propios de electricidad a base de diesel; además no cuentan con agua potable ni teléfono.

5.11.4 El diseño.

Un problema común de los laboratorios es que tienen que hacer modificaciones y adptaciones en cuanto al diseño de la infraestructura o técnica a utilizar. Es el caso de las tomas de agua de mar donde se presentan los mayores

cambios que han efectuado las granjas hasta lograr la toma adecuada y con un funcionamiento normal.

Estos problemas en alguna forma son originados por la falta de dinero para pagar por el servicio de las empresas relacionadas con este ramo; sin embargo todos los productores reconocen que en gran medida es por la falta de experiencia en el diseño de las obras, ya que en México no hay personal técnico con conocimiento y experiencia específicamente en proyectos de acuicultura de abulón a nivel y comercial.

6 DISCUSION

6.1 Desarrollo histórico.

México, Estados Unidos y Japón fueron los primeros países que iniciaron programas de investigación de abulón y de su reproducción en laboratorio. Sin embargo, el desarrollo de la actividad acuacultural de este molusco ha sido mayor en estos dos últimos países, entre muchos otros, más que en México (com. pers. Flores-Aguilar,1995), donde actualmente solo existen cinco centros de producción de abulón comparado con Japón donde existen más de 40 centros ó en Estados Unidos con más de 15 centros.

La actividad acuacultural de los haliótidos que se ha venido desarrollando en la Península de Baja California puede entenderse en tres etapas:

La primera etapa dando inicio en 1963 con la creación del primer programa de investigación del abulón por el CRIP de la entonces Secretaría de Pesca, etapa que concluye a finales de los setentas, la cual se caracteriza por los primeros intentos experimentales de producir en laboratorio el abulón. En esta etapa se logra el conocimiento básico de la biología de este molusco.

A nivel internacional se da un gran avance, con el descubrimiento de la inducción al desove del abulón con los métodos de U.V, peróxido de hidrógeno y con los métodos para inducir al asentamiento y metamorfosis de larvas de este organismo como son el mucus de abulón y el uso del GABA. Estos hechos revolucionarían la producción de abulón en laboratorio.

La segunda etapa comprende la década de los ochentas, e incluye la operación de diversos centros tanto del gobierno federal (laboratorio de Eréndira B.C. y Bahía Tortugas B.C.S.), de las cooperativas (laboratorio de la Bocana B.C.S. de Punta Eugenia B.C.S. y Puerto Nuevo B.C.S.) del sector académico (laboratorio de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada B.C.) y engordas experimentales (I.I.O., Bahía Falsa, Rincón de Ballenas ahora Abulones Cultivados) en esta etapa se da la importación y asimilación de la tecnología, su adaptación y mejoramiento, todo esto para producir abulón en cautiverio a un nivel piloto-comercial.

Cabe hacer notar que esta importación tecnológica se ha dado de una manera informal, nunca bajo un programa de entidades estructurado con metas bien establecidas. En la mayoría de los casos los técnicos abuloneros mexicanos conocieron estas tecnologías en sus viajes de visita a otros Centros productores principalmente en Japón y Estados Unidos, copiando en gran medida lo que se

hacía en estos lugares, queriendo hacer lo mismo en este país pero sin conocer a fondo los fundamentos, alcances y limitantes de cada técnica de cultivo.

Por otro lado el declinamiento en la pesquería del abulón acaecido en los setentas en casi todos los países, motiva la generación en esta misma etapa de las primeras granjas de gran nivel de producción comercial principalmente en Estados Unidos, donde su producción es orientada a la rentabilidad económica, tratando de minimizar costos y maximizar sus utilidades. Se crea el mercado de abulón cultivado con un nicho de mercado muy específico, logrando excelentes precios para tallas chicas comparadas con la del recurso pesquero.

Lo anterior origina en México una **tercera etapa**, en la década de los 90's, en la cual con los cambios en la Ley Federal de Pesca, se hace posible el ingreso de otras organizaciones a la actividad y se crean proyectos donde se busca la rentabilidad económica, ya no solo la repoblación. Cada vez más es cuestionada la efectividad y conveniencia de destinar la semilla que es producida en los laboratorios a este último fin, bajo el nivel de desarrollo de las técnicas de repoblamiento actuales.

Como se observa, el desarrollo del abulón ha tenido que sufrir un proceso largo y costoso para llegar a una tecnología apropiada con la que se opera

actualmente, tecnología que ha tenido que ser sufragada en gran medida por los recursos económicos de los propios productores.

El cultivo del abulón se ha desarrollado basado en las circunstancias de la época y no bajo un programa bien estructurado con la participación de los diferentes agentes relacionados con el recurso abulón, tales como instituciones gubernamentales, académicas y de investigación científica y los grupos de producción.

6.2 Estado Biotecnológico actual.

Los laboratorios de producción en México manejan en términos generales un nivel muy aceptable de eficiencia de las técnicas de producción de semilla de abulón en laboratorio, la única fase que queda excenta es la de inducción a la maduración de sementales. Esta fase no ha tenido desarrollo en nuestro país debido a la falta de visión de los productores ya que los laboratorios no han sido planeados bajo un criterio económico-rentable. Por esto, en los laboratorios se limita la producción de semilla a las épocas del año, en que los abulones adultos se encuentran maduros y no a los requerimientos de una entidad eficiente y rentable, de producir todo el año evitando tener infraestructura de producción ociosa en ciertas épocas del mismo.

Aunque se tiene una tecnología de producción acuacultural en México, esta aún es incipiente al igual que en el resto de los países que desarrollan la halioticultura. Esta requiere perfeccionarse, ya que dista mucho de lograrse la eficiencia tope en cada una de las fases que la componen además que en gran medida no hay una consistencia en su desempeño, creando incertidumbre en la producción.

Además como se puede observar, algunos laboratorios han prescindido de utilizar o al menos experimentar con el uso de tecnologías de punta que podrían mejorar el proceso y sus resultados, como son el uso del sistema abierto en el cultivo de larvas, el uso del GABA en el asentamiento y la metamorfosis de las larvas de abulón o el uso de dietas artificiales en juveniles, solo por citar algunos ejemplos.

Es aceptado por todos los laboratorios que el gran reto continúa hacia lo interno, por conocer, experimentar, adaptar y hasta mejorar cada una de las técnicas y procesos para las diferentes fases que componen el cultivo, para finalmente contar con la que ofrezca los mejores resultados específicamente en cada laboratorio.

Esta incorporación de tecnologías modernas pueden ser contratada por ellos mismos a través de otros productores o de un instituciones de investigación tanto nacionales como extranjeras.

La actividad acuacultural del abulón, al implicar la manipulación de organismos vivos, nos obliga a la prueba de las técnicas de producción en cada lugar o centro bajo sus particulares condiciones ambientales oceanográficas y económicas. Lo anterior genera precisamente la experiencia tecnológica de producción que aún es tan escasa en el país. Por lo anterior no solo basta leer todo el acervo bibliográfico existente sobre el abulón y su cultivo o conocer a detalle las técnicas empleadas en otras granjas, es necesario experimentar, generar el conocimiento y adaptar las técnicas de producción para cada situación geográfica a nivel de cada laboratorio en particular.

De las dos grandes opciones de engorda ya sea en el mar (jaulas o barriles) o en tierra (tanques), la primera opción es la que en México se ha probado en diversas ocasiones y con diferentes lotes hasta alcanzar la talla comercial en un tiempo razonable. En esto Abulones Cultivados S.A. de C.V. ha sido la única entidad en el país que ha engordado abulón continuamente a nivel comercial y ha logrado demostrar con éxito que es factible realizar la engorda de abulón en el mar (bajo diversas condiciones) logrando parámetros rentables. Es decir cultivándolo a

altas densidades, bajo regímenes económicamente viables de alimentación y limpieza, con tasas de crecimiento y sobrevivencias adecuadas comparables con las de otros países u granjas (com. pers. Flore-Aguilar, 1995).

Sin embargo, falta probar y adaptar esta tecnología en otras áreas con condiciones diferentes, quedando la interrogante cual será la mejor tecnología de engorda en otras regiones de México.

En cuanto a la engorda de abulón en tierra no se ha hecho formalmente por ninguna entidad en el país, pero sí se han realizado proyectos como en el laboratorio de Punta Eugenia B.C.S. que han logrado niveles de pre-engorda aunque no en escalas masivas. En la actualidad el laboratorio de la cooperativa Emancipación alcanza el nivel de pre-engorda y la semilla es destinada a la repoblación.

6.3 Investigación.

En México, la investigación en abulón en forma general es dirigida al impacto en la producción; sin embargo, aún no se contemplan todas las necesidades prioritarias del sector productivo. Lo anterior ocasiona:

1. Que el productor que ingresa a la actividad se enfrente ante la carencia de una base de datos y experiencia sobre los diferentes procesos.

2. Que sea necesario hacer cultivos a nivel piloto-comercial para generar los indicadores técnicos en los cuales se basen los estudios financieros y resulten los proyectos más seguros con mayores probabilidades de éxito. La falta de suficientes líneas de investigación dirigidas al sector productivo hacen que se avance más lentamente en lograr el dominio tecnológico tan necesario para asegurar la rentabilidad de los proyectos (com. per. Flores-Aguilar, 1995).

En México, la Universidad Autónoma de Baja California es la única institución en el país que permanentemente desde 1984 ha realizado investigación en abulón. Por lo tanto, es necesario incrementar el número de proyectos en las instituciones que están en la capacidad de incurrir y aportar para este fin (com. per. Searcy-Bernal, 1995).

Hay algunas lagunas en la biotecnología de producción de abulón en México, que no han sido abordadas completamente como son: la inducción a la maduración de sementales, alimentación inicial con diversas diatomeas, estudios de hibridación

y mejoramiento genético, desarrollo de sistemas de engorda en tierra, dietas artificiales, entre otros, teniéndose una urgente necesidad de abordarlas para poder contar con una industria eficiente y competitiva (com. per. Searcy-Bernal, 1995).

6.4 Infraestructura existente en las unidades de producción.

La mayoría de las entidades que existen en el país tienen poca infraestructura de producción (por ejemplo número de tanques dispuestos para tal fin) si lo comparamos con los centros de producción de otros países.

En México se tiene el centro de Eréndira de la empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V. es el único que se caracteriza por presentar gran cantidad de área y tanques de producción. Lo anterior nos lleva a determinar que la mayoría de los laboratorios en el país no han sido creados con la idea de producir altas cantidades de semilla de abulón.

Lo anterior se reafirma con la capacidad instalada ociosa del 30% que se observó en la mayoría de los laboratorios, los cuales por no contar con abasto seguro de larvas en cualquier época del año, dejan de utilizar sus tanques de producción por largos períodos, resultando producciones más bajas aún que las posibles con la infraestructura existente.

Aunado a lo anterior se detectan grandes fallas y deficiencias en la ingeniería de los sistemas de bombeo y distribución de agua de mar, en algunos casos por la limitación económica de adquirir buenos equipos, los requeridos según las necesidades y en otros casos debido a la falta de experiencia y conocimiento de las personas responsables del diseño y construcción de las obras.

6.5 Organización técnico administrativa.

En México los profesionistas o personas especializados en todas las fases del cultivo de abulón son menos de veinte (com. pers. Flores-Aguilar, 1995). La capacitación que han recibido es en base a bibliografía, cursos cortos, o visitas a otras granjas y solo en algunos casos en programas de investigación de la U.A.B.C. Por lo tanto la práctica es muy poca y no ha sido de carácter de producción comercial.

Por lo tanto, cuando estos recursos humanos han ingresado a las granjas mexicanas, su conocimiento y capacidad de producción han muy limitado, de tal forma se continua su adiestramiento bajo la operación en la misma granja, situación que no es aconsejable ni económicamente efectiva, debiendo invertir tiempo y un gran esfuerzo inicial en la prueba de diferentes tipos de organización interna, administración óptima de recursos materiales y equipos, rutinas de limpieza, técnicas

más adecuadas en cada fase, planes de contingencia, entre otras (com. per. Flores Aguilar, 1995).

En México de manera general se observa más el esfuerzo en importar y adaptar técnicas de cultivo que en crear una biotecnia propia; sin embargo, es importante destacar la aportación de los descubrimientos y diseños mexicanos para el cultivo del abulón (com. pers. Flores-Aguilar y Searcy-Bernal, 1995).

6.6 Relación de apoyo entre los sectores involucrados.

En la actualidad no existe una relación formal entre el sector oficial, el académico y el productivo (sector privado y cooperativas) bajo un programa con un objetivo en común para estos tres grupos, basado en los problemas que se tienen en el cultivo a nivel técnico, administrativo, jurídico, financiero y hasta de equipo y material, para favorecer la producción de cantidades comerciales de abulón cultivado de excelente calidad a bajos costos.

Durante el segundo Simposium de Abulón, celebrado en Hibart Australia, en febrero de 1994, se dió un primer intento de impulsar un Programa Nacional de Cultivo Abulón, sin embargo aún no se ha conformado e implementado (com. per. Searcy-Bernal, 1995).

6.7 Normatividad

Son dignos de resaltar los buenos propósitos del gobierno federal para promover el cultivo, entre ellos la apertura a otro tipo de organizaciones mercantiles, además de las sociedades cooperativas para ingresar al cultivo, lo cual ha permitido ampliar las posibilidades de nuevos grupos, Se han creado reformas para sintetizar y facilitar los trámites burocráticos como la existencia de una ventanilla única para dar cauce a los interesados, así como una mejor normatividad para el uso de suelos y de las asociaciones con ejidos.

Sin embargo pese a todos estos esfuerzos, en la obtención de concesiones acuícolas, las entidades de cultivo de abulón tienen que realizar todo un conjunto de trámites y de permisos que llegan a tardarse de uno a varios años para poner en marcha sus proyectos (com. per. Oc. Flores-Aguilar), Algunas dependencias como SEDESOL, se distinguen por los largos periodos de tiempo para emitir sus veredictos.

Ante esto, el cultivar abulón para muchos inversionistas no es una actividad empresarial atractiva en este país, ya que el largo plazo de las tramitaciones se refleja en el aumento de los costos al inicio. Otro factor responsable de los altos gastos de operación iniciales, son los tres años que requiere el abulón para alcanzar

su talla comercial, los gastos de operación también se elevan (com. per. Oc. Cruz Paredes, 1992).

Es importante destacar que la administración Gubernamental no ha atendido la situación de las actividades pesqueras y acuaculturales con la debida importancia que requieren, apesar de que los recursos silvestres de abulón y otras especies aportan grandes ingresos al país por sus respectivas ventas y el otro aspecto importante la magnitud de los litorales con que cuenta México. De acuerdo a conocedores de la materia, la producción de abulón del medio natural ha llegado a su nivel máximo, por lo cual la creciente demanda deberá ser atendida por recursos derivados de la acuacultura.

6.8 Mercado y comercialización del producto.

La gran motivación para ingresar a la actividad lo representa lo atractivo de los precios del abulón en diversos mercados internacionales y la creciente demanda la cual se ha incrementado año con año en terminos reales desde 1972 (com. per. Flores-Aguilar, 1995). En cada uno de estos años las pesquerías naturales de este recurso siguen disminuyendo y la oferta de abulón cultivado todavía no es significativa. Además el precio del abulón cultivado presenta tendencias a la alta.

6.9 Finanzas.

La acuicultura en general es una actividad muy costosa por la infraestructura que involucra. En particular el desarrollo de un proyecto comercial de cultivo de abulón o una granja abulonera no es una inversión barata, fácil y segura.

Como se puede observar en la tabla VIII, las inversiones necesarias para una granja de tamaño cercano al mínimo rentable (Flores-Aguilar, 1994), son del orden de medio a un millón de dólares. Obviamente, no es fácil encontrar personas con esta suma de dinero; además si agregamos a esto el estado incipiente de las tecnologías del cultivo de abulón en el país, es más difícil aún encontrar quien quiera arriesgar su capital.

Aunado a esto la primera venta se obtiene hasta cercano el tercer año, cuando los primeros abulones alcanzan la talla mínima de aceptación en el mercado de consumo directo (2.5 pulgadas) lo cual acarrea un costo financiero considerable. En este lapso de tiempo se requiere adaptar y hacer los cambios a la tecnología necesaria.

Esta actividad no es segura, debido a la falta de experiencia tecnológica en diferentes lugares, bajo diferentes condiciones y tiempo, hay gran incertidumbre a

lo que puede a llegar sucederle a la producción ya que se trata de organismos vivos.

Por lo anterior es necesario crear esquemas crediticios de riesgo compartido entre los productores y las instituciones bancarias para lograr desarrollar esta industria en México, con tasas de interés preferenciales, con largos periodos de gracia acordes a esta actividad y con garantías mas accesibles.

6.10 Seguro acuícola.

El contar con un seguro acuícola es una ventaja para el productor, ya que brinda una gran confianza a los inversionistas y a la banca. La empresa Abulones Cultivados, logro un gran precedente en este rubro, sin embargo las primeros contratos se establecen con primas muy elevadas, haciéndolos poco accesibles.

7 PERSPECTIVAS

Se tiene muy claro que México, en la Península de Baja California, cuenta con excelentes condiciones para el desarrollo y crecimiento de los haliótididos por sus condiciones de temperatura, la abundancia de macroalgas que conforma su alimento, los bajos índices de contaminación, la existencia en el país de las especies de abulón más cotizadas a los mercados internacionales, los bajos costos de producción en comparación con los países competidores y la accesibilidad de los mercados internacionales. Es urgente reconocer y valorar este gran potencial mexicano para desarrollar la acuicultura del abulón a costos competitivos. De otra forma se perderá el impulso que se ha venido dando por parte del sector oficial, el sector académico y el sector social cooperativo y privado.

Las regulaciones y la normatividad nacional actuales podrían ser más apropiadas para el cultivo del abulón, si se conformara un programa específico para este tipo de acuicultura, con las propuestas de la mayoría de las personas involucradas en la actividad a nivel técnico, oficial y administrativo, ya que se requiere de un programa complejo que abarque todos los aspectos que se involucran en la actividad, pero que a su vez sea de fácil manejo y accesible a los diferentes sectores que pretendan incurrir. De tal forma que México en corto tiempo esté bien establecido en la actividad en su nivel jurídico, para que sea más atractivo y seguro

el cultivo de este haliótido.

Es urgente el apoyo por parte de la Secretaría del ramo como marco normativo y como respaldo de proyectos viables ante el sector financiero. Con la inyección de un importante capital se reforzaría el desarrollo de la actividad a niveles rentables. A su vez se brinda otra opción al mercado como es el abulón cultivado y se contribuirá a abastecer en parte la gran demanda de este producto.

Dado al grado actual de desarrollo de la tecnología es necesario crear programas crediticios bajo los marcos financieros actuales de riesgo compartido con tasas preferenciales y estructuras de acuerdo a la actividad, para poder lograr desarrollar el cultivo de abulón en México.

Han pasado 20 años de intentos y de trabajo para lograr una biotecnología de cultivo que bien puede considerarse base para el despegue de esta industria.

Son diversos los factores que aún limitan el desarrollo de la industria de la acuicultura del abulón en México y mientras no se pueda garantizar que se está en capacidad de producir a niveles económicamente rentables, será muy difícil que crezca la actividad o que haya más entidades motivadas a cultivar el abulón.

El país cuenta ya con dos proyectos Abulones Cultivados S.A. de C.V. y la cooperativa Emancipación con la capacidad técnica para cultivar abulón a nivel masivo-comercial, pero aún se requiere que ingresen mas entidades al cultivo, para incrementar la oferta de experiencia y la presión de los acuacultores para lograr cambios hacia un mayor avance.

Ya se tiene comprobado que se puede cultivar abulón en todas sus fases de desarrollo bajo sistemas de cultivo eficientes y con excelentes niveles de crecimiento y sobrevivencia. Apesar de que son pocas las entidades con producciones muy significativas, es alentadora la situación de la acuacultura del abulón mexicana para esta última década.

Aun hay mucho que investigar en esta actividad. No hay un dominio completo de la tecnología, la cual se requiere probar y adaptar en muchos lugares y condiciones de México.

8 RECOMENDACIONES

El futuro desarrollo del cultivo del abulón en México debe darse necesariamente bajo un plan bien estructurado que sea el resultado del trabajo en conjunto del sector oficial, del sector académico y el sector productivo.

El Sector Oficial, bajo la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca, debe integrar el plan de desarrollo de acuacultura del abulón en México, que busque soluciones a las limitantes de esta actividad, en los aspectos tecnológicos, normativos y financieros.

De esta dependencia debe partir programas de difusión y de promoción, orientados hacia los inversionistas nacionales y extranjeros que cuenten con un calificado potencial económico y técnico, para realizar acuacultura del abulón en México.

El sector académico debe incrementar esfuerzos en líneas de investigación dirigidas a brindar soluciones a los problemas del sector acuícola. De esta forma es mas facil que la industria se involucre económicamente.

A su vez brindar una capacitación adecuada y efectiva a los estudiantes de escuelas técnicas y universitarias, ya que en el futuro estos serán los encargados de dirigir cultivos, en la medida en que les corresponda laborar en el campo productivo. De esta manera se contara con personal orientado en esta actividad, los cuales puedan trabajar comprometidamente en forma multidisciplinaria para resolver problemas que afectan la producción y el desarrollo de esta actividad.

Este programa promocional debera contemplar la integración de los profesionistas mexicanos involucrados en la acuacultura, para la creación de diseños de proyectos en los diferentes aspectos que requiere esta actividad de cultivo, dando apertura a la mano de obra mexicana desde todos sus niveles (profesionales, técnicos y obreros).

Se tiene muy claro que la acuacultura del abulón es una actividad costosa y solo de los fondos financieros es posible partir programas de apoyo económico a los proyectos existentes, con esto se incrementaría el interes por diseñar nuevos proyectos de cultivo con planes de trabajo bien establecidos, además permitirá el avance continuo y supervisado de estos.

De esta manera se tendrá reglamentada la actividad acuacultural del abulón, bajo programas de financiamiento, se dará una continua apertura a nuevos proyectos

que aportarán al país ingresos económicos, infraestructura moderna, avance científico y nuevos empleos en sus diferentes niveles.

9 CONCLUSIONES

México, apesar de que fué uno de los países que iniciaron el cultivo de abulón, no ha tenido un desarrollo tan marcado como otros países pioneros como Japón o E.U.

Han pasado más de dos décadas de trabajo para lograr una biotecnia de cultivo que bien puede considerarse base para el despegue de esta actividad como industria.

Históricamente en México han existido nueve entidades involucradas en el cultivo de abulón, hoy en día hay seis en funcionamiento, tres centros pertenecientes a las cooperativas ("Bahía Tortugas" S.C.L., "Emancipación" S.C.L., "La Progreso" S.C.L., "Pescadores Nacionales de Abulón" S.C.L.), una entidad de la iniciativa privada (Abulones Cultivados C.A. de C.V.) con el laboratorio en Eréndira B.C. y la engorda de juveniles en el mar en la Isla de Todos Santos B.C. y la otra entidad es del I.I.O. de la U.A.B.C. con proyectos de Investigación.

Desde los primeros intentos del cultivo de abulón hasta 1992 no había perseguido fines lucrativos. Este período se caracteriza por:

1. La importación y adaptación de técnicas extranjeras para lograr una biotecnología de cultivo para las características de México, lo cual permitió lograr producciones a nivel piloto con un crecimiento y sobrevivencia comparables con la de otros países acuícolas.
2. El objetivo de cultivar abulón en México ha sido tradicionalmente para fines de repoblamiento. Es hasta la década de los noventa donde se reconoce que pueda ser una actividad eficiente, autónoma y rentable.
3. Este período no ha sido el resultado de un trabajo formal y programado en conjunto de los sectores oficial, empresarial, social y académico.
4. La acuicultura de abulón en México no ha contado con un programa financiero bien establecido de apoyo.

Apartir de 1990 la actividad acuacultural da un giro y se proyecta a nivel comercial, lo cual es demostrado por los logros en producción masiva comercial de la empresa Abulones Cultivados C.A. de C.V. y las producciones en el laboratorio de la cooperativa "Emancipación" S.C.L.

10 LITERATURA CITADA

Andrade-Patrón M. (1971). Algunos aspectos sobre madurez gonadal en Haliotis fulgens y Haliotis corrugata (Phylum Mollusca, clase Gasterópoda) "para observación directa". Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C.

Celis-Ceseña R. (1992). Programa Nacional para el cultivo de abulón. Secretaría de Pesca, Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesqueros, Dirección General de Acuacultura,.

Cox, K. W. (1962). California Abalones, family *haliotidae*, Calif. Dept. Fish and Game Fish bull. 118: pp 133.

FAO. (1975). Year book of fisheries statistics vol. 40, United Nations food and agricultural organization. Rome, Italy.

Feliz-Cota I. (1970). Fecundación artificial y desarrollo embrionario de Haliotis fulgens Phillipi, 1845 y Haliotis rufescens Swainnson, 1822, en condiciones de acuario. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California.

Flores-Aguilar R. (1989a). Estudio de la factibilidad técnico-económica para un cultivo de abulón *Haliotis spp.* en Baja California, Especialidad en administración de recursos marinos. Universidad Autónoma de Baja California.

Flores-Aguilar R. (1989b). Estudios sobre la inducción del asentamiento y metamorfosis de larvas de dos especies de abulón Haliotis rufescens y Haliotis corrugata. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Flores-Aguilar R. (1992). Propuesta del Programa Nacional para el Cultivo de Abulón. Empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V. Ensenada, B.C.

Flores-Aguilar R. (1994). El primer cultivo comercial de abulón en Mexico, 1er. Simposium Internacional de Acuicultura en la Ciudad de Boca del Rio, Veracruz.

García-Mendoza H. (1990). Comparación a escala piloto de técnicas de producción de semilla de abulón azul Haliotis fulgens philippi 1845: Inducción al asentamiento y metamorfosis, densidad inicial de larvas y primera alimentación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas de la

Universidad Autónoma de Baja California.

Godoy-Corrales J. (1989). Efecto del fotoperiodo sobre el desarrollo gonadal y crecimiento del abulón rojo Haliotis rufescens. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Hahn K. O. (1989). Handbook of culture of abalone and other Marine Gastropods C. R. C. press. Boca Raton, Florida.

Hooker N. and Morse D. (1985). Abalone: The emerging developement of comercial cautivation in the United State. J.V. Huner and E. E. Brown Eds. The AVI Publishing Co. Westport, Ct. pp 365-413.

Kikuchi S. y Uki N. (1976). Informe técnico sobre el cultivo y pesquería de abulón en México. Informe técnico INP/SI. México, D.F. N° 96.

Leighton D. L. (1974). The influence of temperature on larval and juvenile growth in the specie of southern California abalone. Fish. bull. vol 72 N-4; 1137-1145.

Lluch B. D., S. A. Guzmán del Prío, V. Marín A. y M. Ortiz-Quintanilla. (1973).

La pesquería de abulón en Baja California, un análisis de su desarrollo histórico y sus perspectivas futuras. Serie inf. INP/si 16:1-28.

Mateus Hernán. (1986).. Los abulones de México. Secretaría de Pesca. Primera edición. México, D.F. pp 38.

Mc Cormick T. B., Aguirre A., Mill T.S. and Herbinson K. T. (1992). Growth and survival of red (Haliotis rufescens), green (Haliotis fulgens) and pink (Haliotis corrugata) abalone in land and ocean-based cultivation systems. Abalone of the world. Symposium on abalone. La Paz, México. 1989. pp 68.

Miranda-García. (1991). Criterios ambientales para el establecimiento de parques acuícolas en zona costera. Especialidad en administración de recursos marinos. Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Monje-Ariza H. (1994). El alginato de sodio como nutrimento o aglutinante en dietas para juveniles de abulón Haliotis fulgens (Phillips, 1845). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Morse D.E., Hooker N., Duncan H. and Jensen L. (1979b). Gama-aminobutyric acid, neurotransmitter, induces planktonic larvae to settle and begin metamorphosis. *Science*, 204, 407-10.

Ramirez-Granados R. (1989). Alternativas científicas para la recuperación de los recursos abaloneros de la B.C. México: Administración Biológico-Pesquera y acuicultura. Abalone of the world. Symposium on abalone. La Paz, México. 1989. pp 21-25.

Salas-Garza A. (1987b). Alternativas de cultivo de abulón en Baja California II, siembra en el artes flotantes. informe final, p 70-93. Proyecto de ecología y transplante de juveniles de abulón (*Haliotis spp*) en Baja California, 1984-1986 Instituto de investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C.

Salas-Garza A. y Searcy-Bernal R. (1992). Problemas y alternativas de cultivo de abulón en México. Serie Científica U.A.B.C, México, 1, 51-8.

Salas-Garza A. y Searcy-Bernal R. (1992). Desarrollo y estado actual del cultivo de abulón en México. Abalone of the world. Symposium on abalone. La Paz, México. 1989. pp 538-545.

- Searcy-Bernal R. y Salas-Garza A. (1987).** Alternativas de cultivo de abulón en Baja California I, siembra en el medio natural. informe final, p 49-70. Proyecto de ecología y transplante de juveniles de abulón (*Haliotis spp*) en Baja California, 1984-1986 Instituto de investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C.
- Searcy-Bernal R. y Salas-Garza A. (1987).** Estudio sobre la ecología y transplante de abulón en Baja california. Informe final, Instituto de investigaciones Oceanológicas. de la Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. pp 114.
- Searcy-Bernal R. y Salas-Garza A. (1987).** Problemas y alternativas del cultivo del abulón en México. Instituto de investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C.
- Searcy-Bernal R., Salas-Garza A. y Flores Aguilar R. (1988).** Crecimiento de postlarvas y juveniles de abulón azul *Haliotis fulgens* en un laboratorio mexicano. Ciencias Marinas. 14, 57-72.
- Searcy-Bernal R. y Salas-Garza A. (1992).** Desarrollo y estado actual del cultivo de abulón en México. Instituto de investigaciones Oceanológicas. Instituto de

investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California.
Ensenada B.C.

Searcy-Bernal R., Salas-Garza A. y Flores Aguilar R. (1992a). Investigación en México sobre la etapa crítica de la producción de semilla de abulón (*Haliotis spp*). Abalone of the world. Symposium on abalone. La Paz, México. 1989. pp 547-560.

Searcy-Bernal R., Salas-Garza A. y Flores-Aguilar R. and Hinojosa-Rivera P., (1992b). Simultaneous comparison of methods for settlement and metamorphosis induction in the red abalone (*Haliotis rufescens*). Aquaculture, 105, 241-250.

Secretaría de Pesca, (1987). Problemática del centro de acuicultura del Ejido Eréndira B.C. Informe Semestral, 1987.

Secretaría de Pesca, (1988). Recursos pesqueros del país. México, D.F.

Secretaría de Pesca, (1992). Boletín Informativo a los Productores Acuícolas. Fomento y desarrollo pesquero. Dirección General de Acuicultura. Manuscrito no publicado. México, D.F. pp 3.

Secretaría de Pesca, (1990). Ventanilla Unica. México, D.F.

Secretaría de Pesca, (1994). Acuerdo nacional para la modernización en la acuicultura. Bases para el ordenamiento de la acuicultura en Baja California.

Ortíz Quintanilla M., I. Medina Jimenez, (1978). Proyecto para la construcción del laboratorio productor de juveniles de abulón en B.C.S. Depto. de Pesca, Dirección General de Acuicultura.

ANEXO A.**Lista de comunicaciones personales.**

1. Oc. Salas Garza Alfredo, Jefe del Proyecto de Abulón del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C.
2. M.C. Stephano José Luis (1992) Facultad de biología de la U.A.B.C.
3. Cand. Dr. Searcy Bernal Ricardo (1995) Director del proyecto de abulón del I.I.O. de la U.A.B.C.
4. P Oc. Bazua Sicre Luis Alfonso, Jefe del laboratorio de Bahía Tortugas B.C.S. por parte de la Secretaría de Pesca Unidad la Paz B.C.S.
5. Oc. Gonzales Alcalá Hector, Jefe del Depto. de acuicultura de la Secretaría de Pesca, unidad Ensenada B.C.
6. Oc. Aguilar Daniel, Jefe del laboratorio de la cooperativa progreso en la Bocana B.C.S.
7. Biol. Espinoza Montes Antonio, Jefe del centro de acuicultura de la

Federación Regional de Sociedades Cooperativas "Baja California" en Punta Eugenia B.C.S.

8. Biol. Pérez Serrano Abel, Director Técnico del centro de acuicultura de la Federación Regional de Sociedades Cooperativas "Baja California" en Punta Eugenia B.C.S.
9. Oc. Castro Gálvez Ricardo, Director de producción del laboratorio de la cooperativa Emancipación, en Puerto Nuevo B.C.S.
10. Oc. Flores Aguilar Roberto, Director técnico de la empresa Abulones Cultidos S.A. de C.V.
11. Biol. Fonseca Venegas Francisco, Jefe del laboratorio de acuicultura en Bahía Tortugas B.C.S. por parte de la cooperativa Bahía Tortugas.
12. Oc. Andrade Patrón Mario, Asesor de la cooperativa Bahía Tortugas.
13. Ing. Hernandez Estrella Gonzalo. Asesor Pesquero BANCOMEXT, unidad Ensenada B.C.

14. Oc. Cruz Paredes Jesús ,1992, Ejecutivo de Pesca del banco S O M E X ,
unidad Ensenada B.C.
15. Ing. Nava Guajardo Claudio, Agente de FIRA, unidad Ensenada B.C.
16. Rufo Sánchez Ernesto, Gerente de Operaciones de la Ocean Garden
Products, Inc.
17. Manabe Nahomi, (1995) jefe de ventas de la compañía America Corp.,
Seattle, Wa.

ANEXO B.**Lista de bancos visitados en Ensenada B.C.**

1. Banco Internacional.
2. Banca Cremi.
3. Banca Serfín.
4. Banco del Atlántico.
5. Banpeco (Banca de Fomento Comercial).
6. Banco Mexicano de Occidente S.A.
7. Comermex.
8. Banoro.
9. Banrural (Banco de Crédito Rural del Noroeste S.A.)
10. FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura).
11. Banamex (Banco Nacional de México).
12. Bancomer.

ANEXO C.

Lista de aseguradoras visitados en Ensenada B.C.

1. ASEMEX.
2. SEGUMEX.
3. TEPEYAC.
4. Grupo Nacional Provincial.
5. León y Asociados.

