



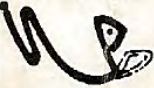
SEMARNAP



GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR



INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA



CET DEL MAR



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

*Margarita Casas Valdez  
Germán Ponce Díaz  
Editores*



# Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur

Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz  
*Editores*

Volumen II

---



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

Diseño gráfico: Edgar Yuen Sánchez y Margarita Casas Valdez  
Cuidado de la edición: Edgar Yuen Sánchez, Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz  
Editores de estilo: Enrique González Martínez, Jon Elorduy Garay y Eduardo F. Balart  
Diseño de la portada y dibujos: Oscar Armendáriz Ruíz  
Cuidado de la impresión: Margarito Rodríguez Alvarez y Ruben Andrade Velázquez  
Uniformización de la primera versión: Sergio Martínez Díaz

ISBN 158-968-6837-16-7

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

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

D.R. © 1996.

Derechos reservados conforme a la ley  
Impreso y hecho en México

## CONTENIDO

### VOLUMEN II

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

## RECURSO *Macrocystis pyrifera*

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

### RESUMEN

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

## I. CARACTERÍSTICAS ACTUALES

### I.A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PESQUERÍA

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

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

### I.B. CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO SUJETO A EXPLOTACIÓN

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

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

### I.C. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL RECURSO

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

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

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

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

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

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

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

## I.D. TÉCNICA DE EXPLOTACIÓN

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

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

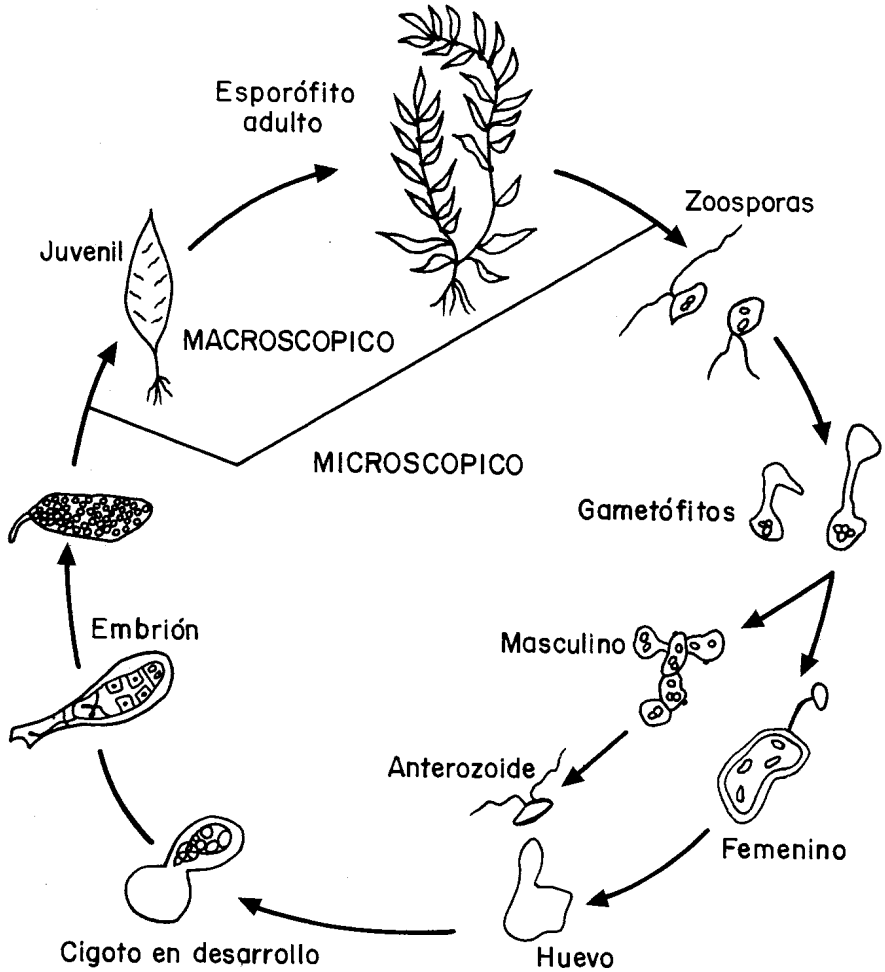


Figura 1. Ciclo de vida de *Macrocyctis pyrifera* (tomado de Guzmán del Proo et al., 1986).

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

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

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



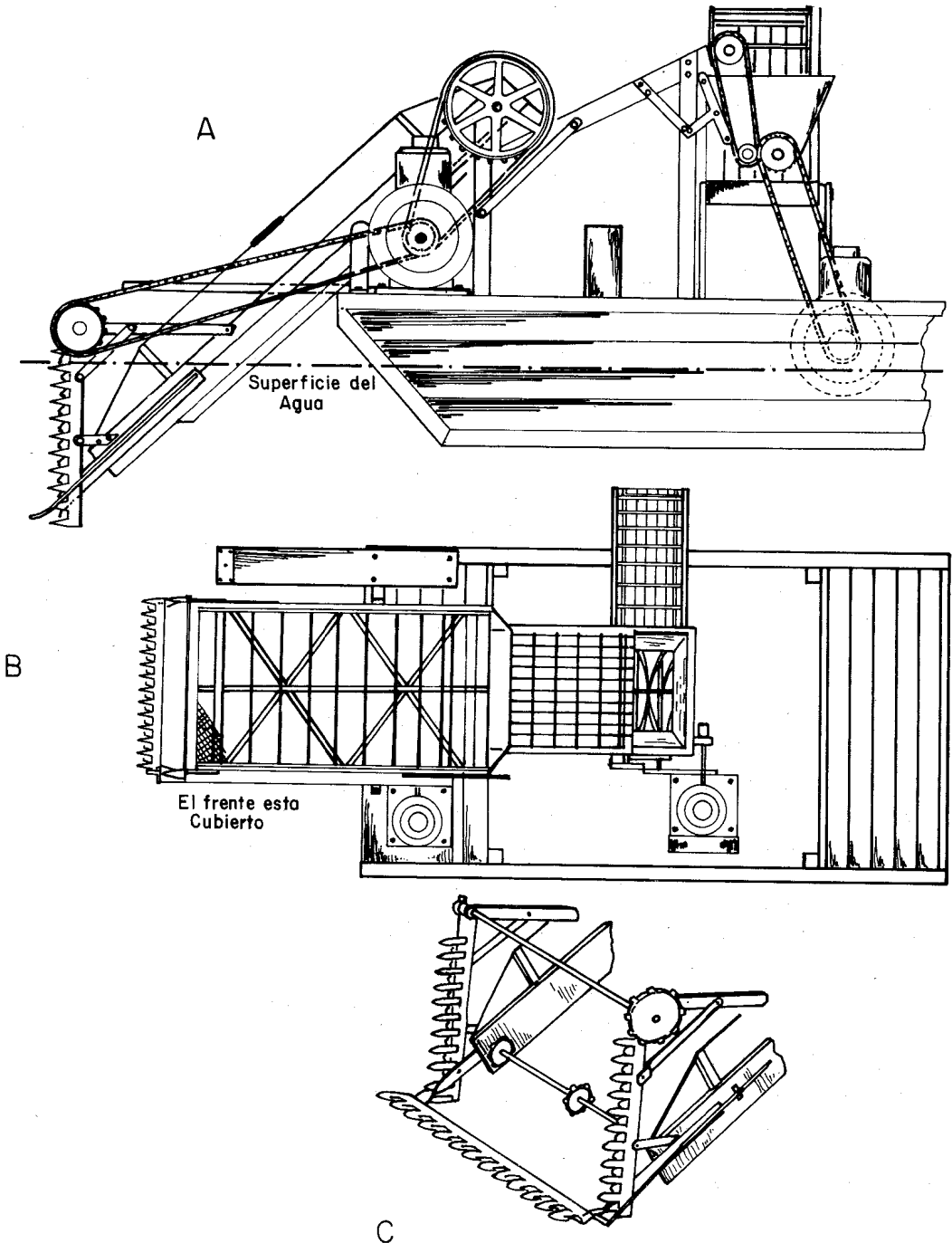


Figura 2. Diseño del equipo de cosecha de un barco sargacero (tomado de North, 1987). a) Vista lateral del barco cosechador de *Macrocystis*. El equipo de corte y la banda son similares a los que se usan actualmente. b) Vista superior del barco. El alga cortada se carga en una barcaza del lado de estribor,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

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

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

## **I.E. RÉGIMEN ACTUAL DE ADMINISTRACIÓN**

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

Las condiciones establecidas en la concesión para su explotación son:

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

## **I.F. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES**

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

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

## **I.G. VOLÚMENES Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN**

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

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

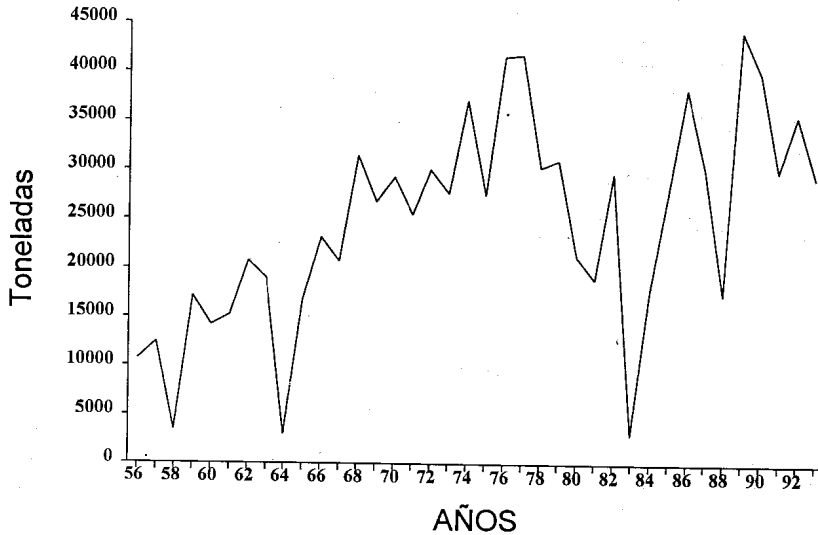


Figura 3. Producción de *Macrocystis pyrifera* (peso húmedo) en la de Baja California de 1956 a 1993 (tomado de Productos del Pacífico, S.A., comunicación escrita).

## I.H. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

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

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

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

## II. POTENCIAL

### II.A. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL DE CAPTURA

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

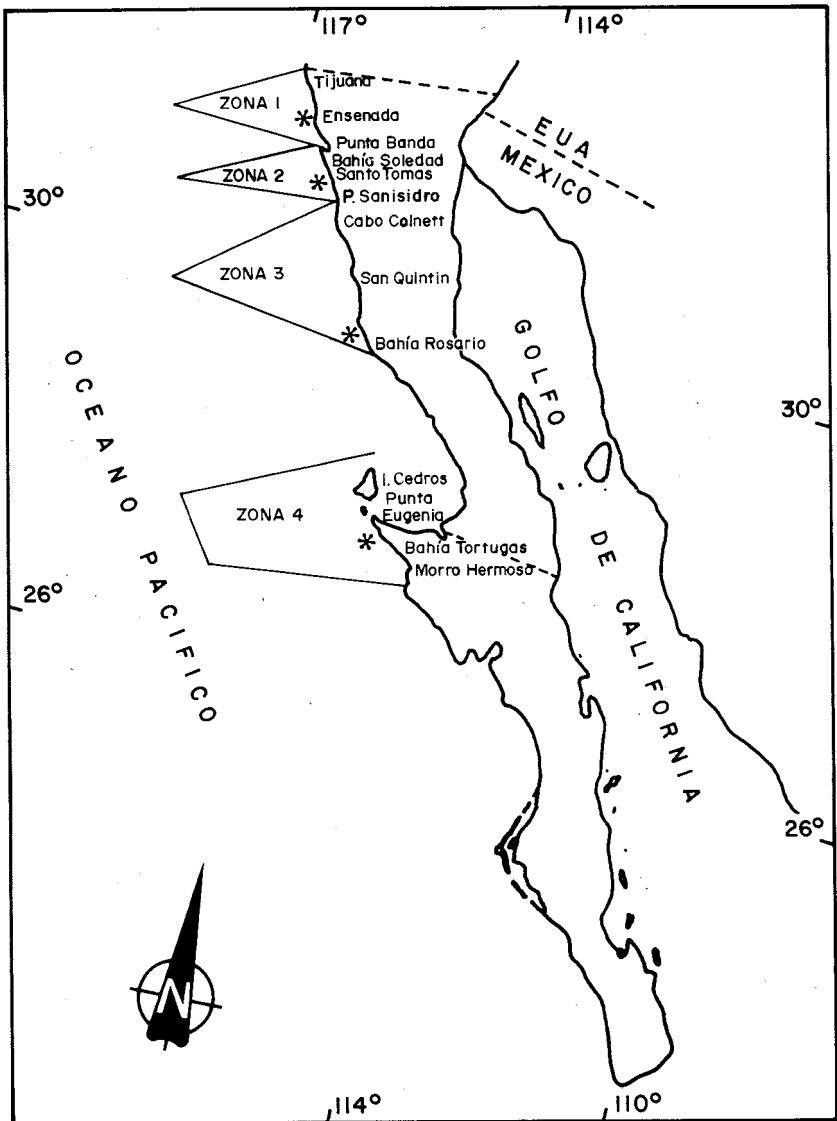


Figura 4. Distribución de *M. pyrifera* en la costa occidental de la península de Baja California.



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

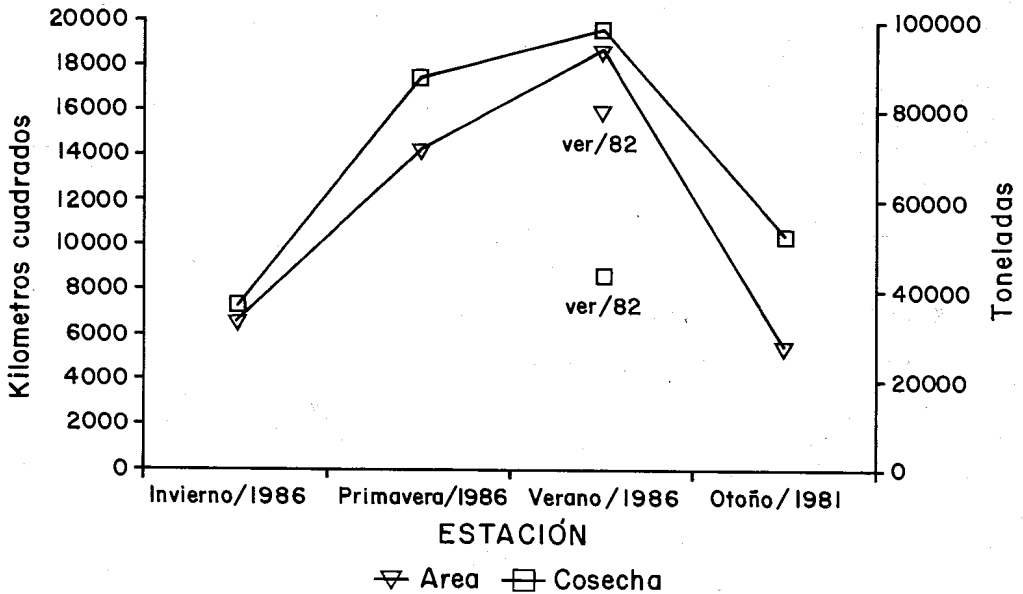


Figura 5. Variación estacional del área total de mantos (en miles) y de la cosecha total estimada (toneladas) de *M. pyrifera* en la península de Baja California (tomado de Hernández-Carmona *et al.*, 1991).

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

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

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

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

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

## II.B. LIMITANTES DETECTADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

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

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

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

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

Se estima que la inversión necesaria para instalar una planta industrializadora de alginatos con, una capacidad de 200 toneladas al año, es entre \$ 800000 Dlls. y \$ 1000000 Dlls. (com. pers. Schwaegr, 1992<sup>1</sup>).

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

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

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

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

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

<sup>1</sup> Schwaegr, experto consultor de la FAO.

su máxima madurez. En ocasiones una diferencia de una a dos semanas puede ser significativa en cuanto al volumen cosechado, con lo cual se incrementa la rentabilidad de la explotación (com. pers. McPeak, 1988<sup>2</sup>).

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

## **II.D. COMENTARIOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES**

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

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

## **II.E. MODIFICACIONES AL RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN**

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

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

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

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

---

<sup>2</sup> McPeak, Kelco Company.



## BIBLIOGRAFÍA

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

Proceso optimizado para la obtención de fibras de alginato de calcio, ácido alginico, alginato de sodio y alginato de potasio. *CICIMAR IPN-CRIP-LA PAZ-SEMARNAP*, 14 pp.

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