

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION

ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo para la Pesquería de Macroalgas en Baja California, México.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

FRANCISCO JAVIER MAYORGA CASTAÑEDA, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en los artículos 12, 14, 26 y 35 fracciones XXI y XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 8o. fracción II, 20 fracción XI, 29 fracción XV, 36 y 39, de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, y 1o., 3o., 5o. fracción XXII y 48 fracción XVII, del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y

CONSIDERANDO

Que la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables confiere a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, por conducto del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), la facultad para la elaboración y actualización de los Planes de Manejo Pesquero;

Que los Planes de Manejo Pesquero tienen por objeto dar a conocer el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella, que en su conjunto son el anexo del presente instrumento, y

Que para la elaboración de los Planes de Manejo Pesquero, el Instituto Nacional de Pesca atiende a lo requerido por el Consejo Nacional de Pesca y los Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura a que corresponda, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL PLAN DE MANEJO PARA LA PESQUERIA DE MACROALGAS EN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

ARTICULO UNICO.- El presente Acuerdo tiene por objeto dar a conocer el Plan de Manejo para la Pesquería de Macroalgas en Baja California, México, para fomentar un aprovechamiento sustentable de los recursos vegetales marinos presentes en nuestras costas.

TRANSITORIO

UNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 20 de noviembre de 2012.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **Francisco Javier Mayorga Castañeda**.- Rúbrica.

PLAN DE MANEJO PARA LA PESQUERIA DE MACROALGAS EN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

INDICE:

1. **Resumen ejecutivo**
2. **Marco jurídico**
3. **Ambito de aplicación del Plan de Manejo**
 - 3.1. Ambito biológico
 - 3.2. Ambito geográfico
 - 3.3. Ambito ecológico
 - 3.4. Ambito socioeconómico
4. **Descripción de la pesquería**
 - 4.1. Importancia
 - 4.2. Especies objetivo
 - 4.3. Captura incidental y descartes

- 4.4. Tendencias históricas
- 4.5. Disponibilidad del recurso
- 4.6. Unidad de pesca
- 4.7. Infraestructura de desembarco
- 4.8. Proceso o industrialización
- 4.9. Comercialización
- 4.10. Demanda pesquera
- 4.11. Grupos de interés
- 4.12. Estado actual de la pesquería
- 5. **Objetivos del Plan de Manejo**
 - 5.1. Conservar la biomasa del recurso
 - 5.2. Conservar la rentabilidad económica y promover beneficios económicos para los productores
 - 5.3. Reducir interacciones ambientales
 - 5.4. Promover beneficios económicos para la sociedad
 - 5.5. Asegurar la calidad de los productos pesqueros
- 6. **Medidas y estrategias de manejo**
 - 6.1. Instrumentos de manejo existentes
 - 6.2. Indicadores y puntos de referencia
 - 6.3. Análisis de otras opciones de manejo
- 7. **Programa de investigación**
- 8. **Implementación del Plan de Manejo**
- 9. **Revisión, seguimiento y actualización del Plan de Manejo**
- 10. **Programa de inspección y vigilancia**
- 11. **Programa de capacitación**
- 12. **Costos de manejo**
- 13. **Glosario**
- 14. **Referencias**
- 1. **Resumen ejecutivo**

El Plan de Manejo Pesquero de Algas Marinas de Baja California, es un instrumento que tiene el objetivo de fomentar un aprovechamiento sustentable de los recursos vegetales marinos presentes en nuestras costas. La aplicación de este instrumento de manejo, implica determinar y sugerir técnicas de cosecha, volumen de aprovechamiento, así como las épocas de cosecha; de tal forma que no se ponga en riesgo la biomasa y la diversidad algal de la región. Además debe evitarse o minimizar efectos negativos en el hábitat, esto es, no alterar la flora y fauna asociada a los recursos sometidos a un esquema de aprovechamiento.

El presente plan de manejo comprende las especies de macroalgas que actualmente se aprovechan comercialmente; tales como el alga parda, *Macrocystis pyrifera* (sargazo gigante) y tres especies de algas rojas *Gelidium robustum* (sargazo rojo), *Chondracanthus canaliculatus* (pelo de cochi) y *Gracilariopsis lemaneiformis* (fideo de mar). Las tres primeras habitan en la parte noroccidental de la península de Baja California, y *G. lemaneiformis* en la costa del Golfo de California, donde sus mantos se desarrollan principalmente al sur del canal de ballenas en Bahía de los Angeles. Estos recursos, soportan pesquerías cuyo fin principal es el suministro de materia prima para la industria productora de ficocoloides; *G. robustum* para la producción nacional de agar, mientras que *M. pyrifera*, *C. canaliculatus* y *G. lemaneiformis* se destinan al mercado internacional para la obtención de alginatos, carragenanos y agar, respectivamente. En relación al alga parda *M. pyrifera*, su exportación como materia prima, concluyó en el año 2004; a partir de entonces, la cosecha masiva mecanizada de esta especie cesó; esto dio paso a un nuevo esquema de aprovechamiento en una escala menor; en la región surgieron nuevas alternativas de uso para *M. pyrifera*, tales como alimento directo para abulón en cultivo, así como para la producción de fertilizantes líquidos.

Aunque el potencial, así como los niveles de aprovechamiento es distinto para cada uno de los recursos, el estado actual en que se encuentran las poblaciones de macroalgas es saludable y se mantienen en condiciones estables. En particular, *M. pyrifera*, con un aprovechamiento cercano al 1% de su potencial total, *C. canaliculatus* entre el 15 al 20% del total y un 5% para *G. lemaneiformis*, estas especies se encuentran en un nivel de sub-aprovechamiento; mientras que en el caso del alga roja *G. robustum* su pesquería aunque estable, se mantiene cerca de su máximo aprovechamiento, por lo que para esta especie, se recomienda mantener los niveles actuales de aprovechamiento, a reserva de que se incorporen nuevas zonas de cosecha o se cuente con evaluaciones de biomasa confiables.

Además de las especies anteriores, en nuestro país se cuenta con otros recursos algales, algunos de los cuales a pesar de estar en cantidad suficiente para un aprovechamiento comercial, actualmente no se cosechan. Sin embargo, antes de incorporar nuevas especies a la pesquería de macroalgas, es recomendable que se inicie su aprovechamiento mediante permisos de fomento, para que se evalúen los efectos de la cosecha sobre el recurso y su capacidad de recuperación; además, evaluar el impacto sobre las especies de flora y fauna asociadas.

En tiempos recientes, a nivel mundial está ocurriendo un repunte en el interés sobre las macroalgas, para aplicaciones que van, desde las tradicionales, para la producción de coloides y usos alimenticios, así como para la elaboración de productos de mayor valor agregado, tales como; harinas, fertilizantes, obtención de compuestos bioactivos, así como de biocombustibles; esto puede generar alternativas económicas importantes para las comunidades pesqueras de Baja California y ser una fuente de divisas para el país.

2. Marco jurídico

Este Plan de Manejo Pesquero se apega al Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, por lo que corresponde a ésta el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos, de igual manera son considerados propiedad de la misma las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el derecho internacional; las aguas marinas interiores, las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; así como las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, el Sector Pesquero es estratégico y prioritario para el desarrollo del país porque, además de ofrecer los alimentos que consumen las familias mexicanas y proveer materias primas para las industrias manufacturera y de transformación, se ha convertido en un importante generador de divisas al mantener un gran dinamismo exportador. Esta riqueza biológica de los mares mexicanos puede traducirse en riqueza pesquera y generadora de empleos, siendo oportuno que su potencial sea explotado atendiendo los principios de sustentabilidad y respeto al medio ambiente. Además de la pesca, la acuicultura y la maricultura son actividades que también demandan de un impulso ante su desarrollo aún incipiente, por lo que los Planes de Manejo Pesquero se encuentran apegados a lo establecido en nuestra Carta Magna, a la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y a la Carta Nacional Pesquera.

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS), reconoce a la pesca y la acuicultura como actividades que fortalecen la soberanía alimenticia y territorial de México, considerándolas de importancia para la seguridad nacional y prioritaria para el desarrollo del país. Estableciendo los principios de ordenamiento, fomento y regulación del manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales.

Definiendo las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos. Indicando los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral. Promueve el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola. Procura el derecho al acceso, uso y disfrute preferente de los recursos pesqueros y acuícolas de las comunidades y propone mecanismos para garantizar que la pesca y la acuicultura se orienten a la producción de alimentos. Además es un Plan de Manejo con enfoque precautorio, acorde con el Código de Conducta para la Pesca Responsable, del cual México es promotor y signatario, y es congruente con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, y el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012.

Adicionalmente a la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, otras leyes concurrentes son: **a)** Ley Federal sobre Metrología y Normalización, concerniente a la emisión de Normas reglamentarias de las pesquerías; **b)** Ley General de Sociedades Cooperativas que rige la organización y funcionamiento de las sociedades de producción pesquera, y **c)** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), relativa a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente y acervo biológico del país.

Dentro de los instrumentos creados para apoyar la Política Nacional Pesquera se encuentran los Planes de Manejo Pesquero (PMP) definidos como el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella. En este caso la LGPAS señala que el Instituto Nacional de Pesca es el encargado de elaborar dichos planes.

3. Ambito de aplicación del Plan de Manejo

3.1 Ambito biológico

Desde el punto de vista taxonómico las algas marinas se clasifican en cuatro divisiones:

- a) Cianofitas o algas azul-verdes
- b) Clorofitas o algas verdes (*Chlorophyta*)
- c) Feofitas o algas cafés (*Phaeophyta*) y
- d) Rodofitas o algas rojas (*Rhodophyta*)

Mientras que el primer grupo está formado por organismos microscópicos, los demás, se forman por organismos bentónicos que pueden ser vistos a simple vista. Las macroalgas en general, varían en tamaños, formas y colores y se desarrollan en diferentes hábitats de la costa. Se encuentran fijas a diferentes sustratos como arena, lodos, rocas, conchas, incluso sobre otras especies de macroalgas. Las diferentes especies de acuerdo a sus características de adaptación se distribuyen desde la posición supramareal, hasta el submareal.

En México, particularmente en la península de Baja California, se explotan comercialmente cuatro especies de macroalgas, tres de las cuales se distribuyen en el Pacífico de Baja California y una en el Golfo de California; en el Pacífico, el alga parda *Macrocystis pyrifera* y dos especies de algas rojas *Gelidium robustum* y *Chondracanthus canaliculatus*, mientras que en el Golfo de California, el alga roja *Gracilariopsis lemaneiformis* (Tabla 1). El presente plan de manejo tendrá aplicación para estas cuatro especies.

Las praderas o mantos formados por las diferentes macroalgas "objetivo" son predominantemente unialgaes aunque no se descarta la presencia de otras especies vegetales principalmente en la periferia de las praderas.

***Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh (Sargazo Gigante).**

Alga parda característica de aguas templadas y frías, los mantos de esta especie se asocian a zonas de corrientes fuertes y/o con la ocurrencia de surgencias (afloramiento de aguas del fondo ricas en nutrientes); esta especie se distribuye en las costas del Pacífico de Norte América y Sur América, en el extremo sur de África y el sur de Australia (North, 1971). En el hemisferio norte se distribuye desde Alaska (Lat. 55°N) hasta Baja California en México, donde su límite sur de distribución se encuentra cercano a Bahía Tortugas en Baja California Sur (27°39.97' N, 114°54.18' O) (Hernández-Carmona *et al.*, 1991; Ladah *et al.*, 1999).

M. pyrifera se caracteriza por ser el alga de mayor tamaño del mundo, alcanza longitudes superiores a los 30 metros y posee tasas de crecimiento de hasta 50 cm diarios (North, 1971). En el perfil oceánico, se distribuye en la posición submareal, de los 3 a los 25 metros de profundidad, predominando en la isobata de los 18 m. Se presenta a lo largo de la costa y en la proximidad de las islas adyacentes formando colonias o mantos de manera discontinua.

Esta especie tiene un ciclo de vida heteromórfico (Fig. 1), donde el gametofito es microscópico y el esporofito macroscópico (North, 1971), este último habita en la zona submareal, desde los 3 a los 25 metros de profundidad, por lo general sigue la isóbata de las 10 brazas (North *op. cit.*); se adhiere a sustratos rocosos con una estructura perenne llamada "háptera" o "rizoide", del cual se desarrollan varios estipes de forma cilíndrica. Del rizoide también se desprenden los esporofilos, los cuales contienen el material reproductivo de la planta. De los estipes se desprenden las láminas, las cuales en su base poseen estructuras de flotación llamadas neumatocistos. Estas estructuras permiten que los estipes floten, entonces la planta crece verticalmente hacia la superficie, donde la planta sigue su crecimiento horizontal formando una especie de techo (canopia o dosel) sobre el manto algal. El crecimiento horizontal de estas plantas en la superficie del océano, hace que la cobertura superficial del manto, que en muchos casos es del orden de varios Km² sea mayor que la que ocupa el manto en el fondo. A pesar de que las plantas de *Macrocystis pyrifera* son perennes, los estipes se pueden desprender en periodos que van de 3 a 6 meses; sin embargo la planta completa tiene un periodo de vida que va de los 2 meses a varios años dependiendo de las condiciones

ambientales (North, 1971; Guzmán del Proó *et al.*, 1986). Efectos combinados de altas temperaturas y baja concentración de nutrientes ocasionan el desprendimiento y mortalidad de las plantas (Gerard 1984; North y Zimmerman 1984; North *et al.*, 1986); el fenómeno global “El Niño”, influye severamente en los mantos de *Macrocystis* causando su desaparición temporal, debido al incremento de la temperatura del agua y decaimiento de nutrientes, dañando el reclutamiento y supervivencia del alga (Ladah *et al.*, 1999; Hernández-Carmona 2000).

Tabla 1: Clasificación taxonómica de macroalgas con aprovechamiento comercial actual en las costas de la península de Baja California, México.

				
	Guzmán del Proó, <i>et al.</i> , 1986.	Guzmán del Proó, <i>et al.</i> , 1986.	Guzmán del Proó, <i>et al.</i> , 1986.	Zertuche-González, <i>et al.</i> , 1995.
División	Phaeophyta	Rhodophyta	Rhodophyta	Rhodophyta
Clase	Heterogeneratae	Florideophyceae	Florideophyceae	Florideophyceae
Orden	Laminariales	Gelidiales	Gigartinales	Gigartinales
Familia	Lessoniaceae	Gelidiaceae	Gigartinaceae	Gracilariaceae
Género	Macrocystis	Gelidium	Chondracanthus	Gracilariopsis
Especie	Pyrifera	Robustum	Canaliculatus	Lemaneiformis
Nombre Común	Sargazo Gigante	Sargazo rojo	Pelo de Cochi	Fideo de mar
Zona de distribución y cosecha	Pacífico de B.C.	Pacífico de B.C.	Pacífico de B.C.	Golfo de California

Gelidium robustum (N.L. Gardner) Hollenberg & I.A. Abbott (Sargazo Rojo).

Se distribuye en la costa occidental de Norte América, desde el Sur de la Columbia Británica (Canadá), hasta Isla Margarita, Baja California Sur (México).

G. robustum, es una especie característica de fondos rocosos con oleaje de gran intensidad y continuo movimiento, se localiza desde la línea de marea más baja hasta una profundidad de 15 a 16 metros.

Gelidium es un género altamente polimórfico con grandes rangos en tamaño y estructura. La mayoría de las especies son altamente ramificadas y muestran un patrón de crecimiento característico. Es una planta erecta, de color rojo vino, violácea, ejes inferiores no ramificados. Ramificación superior lateral, pinada, plana de contorno piramidal con altura promedio de 31 a 37 cm. (Guzmán del Proó *et al.*, 1986). Las plantas son rígidas y cartilaginosas, crecen generalmente en tupidos manojos; el talo es de forma cilíndrica a aplanada que se elevan de ejes postrados más o menos extensivos que le sirven de fijación.

Su ciclo de vida es trifásico con fases alternantes isomórficas (Fig. 2), los gametófitos son plantas dioicas (sexos separados), cuando ocurre la fertilización los gametos masculinos (1n) fertilizan el cigoto presente en la planta femenina (1n) donde se desarrolla el estadio cistocárpico (2n). Al madurar el cistocarpio, libera a las plantas tetrasporofitas.

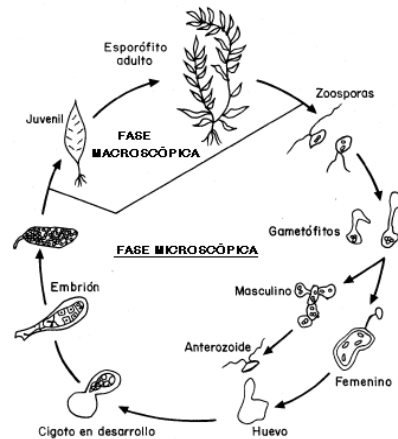


Figura 1. Ciclo de vida heteromórfico de *Macrocystis pyrifera* (North, 1971)

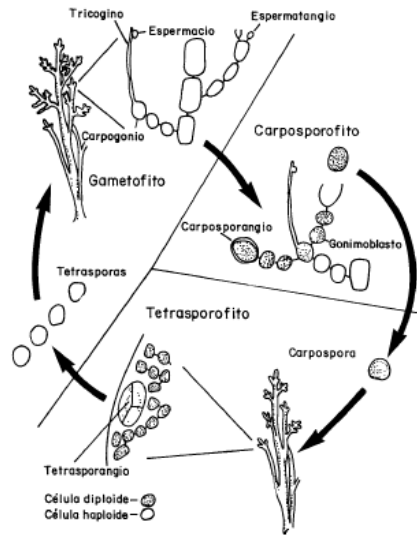


Figura 2. Ciclo de vida trifásico de *Gelidium robustum*, presenta alternancia de generaciones las cuales son isomórficas (Tomado de Casas-Valdez y Hernández-Guerrero, 1996).

***Chondracanthus canaliculatus*:** Harvey Guiry (Antes *Gigartina canaliculata*) (Pelo de cochi).

Se distribuye en la costa del Pacífico Americano desde el sur de Oregón en Estados Unidos de Norteamérica, hasta Isla Magdalena en B.C.S., México (Pineda-Barrera, 1974). Verticalmente se distribuye en la zona media y baja del intermareal (Murray y Horn, 1989).

Esta especie, forma una franja paralela a la costa, en algunas zonas es dominante y forma mantos unialgales de forma irregular, es un recurso abundante, especialmente durante los meses del verano y otoño. Crece en forma de manojos sobre sustratos rocosos, posee un rizoides de tipo costroso sobre el cual se eleva un estipe principal que da lugar a numerosas dicotomías lo que genera frondas muy ramificadas, puede alcanzar tallas de entre 40 a 50 cm.

C. canaliculatus, tienen rizoides perennes, a lo largo del año y presenta variaciones en su fronda, muestra un periodo de crecimiento importante en primavera-verano, seguido de un proceso de decaimiento natural en el otoño-invierno (Ballesteros-Grijalva, 1992), el reclutamiento de esta especie generalmente ocurre durante el invierno con la variación de la talla promedio, se pueden calcular las tasas de cambio de talla de una población a lo largo del tiempo, como una medida de su crecimiento (Brinkhuis, 1985). De la misma manera, con la determinación de varias clases de tamaño y el cambio de sus proporciones a lo largo del tiempo, se logran establecer diferencias entre épocas del año así como la representación de las clases de tamaño en las diferentes fases reproductivas con el fin de determinar una talla mínima de reproducción por esporas (DeWreede y Green, 1990).

C. canaliculatus posee un ciclo de vida trifásico isomórfico, similar al de *G. robustum*, se reproduce por esporas y en forma vegetativa; pero se desconoce la estrategia reproductiva que asegura la permanencia de esta especie en el medio. Abbott (1980), encontró en California central, la presencia de juveniles de esta especie durante todo el año; sin embargo, en Baja California McCarthy-Ramírez (1988) no siempre detectó reclutas "*in situ*", lo que podría indicar que la viabilidad de esporas en el medio no es efectiva durante todo el año.

Las poblaciones de *C. canaliculatus* presentan plantas en estado reproductivo durante todo el año y los valores máximos de fertilidad ocurren durante el verano y otoño (López-Carrillo, 1990). Estudios poblacionales sobre esta especie, muestran una estacionalidad en el desarrollo de las plantas y cobertura de los mantos; aunque hay reproducción durante todo el año, el reclutamiento se observa principalmente durante el invierno y principios de primavera, de esta manera a finales de la primavera las plantas alcanzan tallas de adulto y durante el verano se alcanza la mayor proporción de plantas adultas y las mayores coberturas; durante el otoño, debido a las condiciones ambientales, la población declina, principalmente en el nivel de marea superior.

Se ha observado en general que cuando la cosecha se realiza exclusivamente sobre las frondas, dejando intactos los órganos de fijación, entonces el corte de las plantas tiene un efecto de poda, ocurre crecimiento vegetativo y hay recuperación de la biomasa; de esta manera, el crecimiento en mantos que han sido cosechados, es superior al de aquellos mantos que no han sido perturbados; esto debido entre otras cosas, al envejecimiento de las plantas (García-Lepe, 1995). De la misma manera Ballesteros-Grijalva (1992), ha demostrado que la alta tasa de crecimiento de esta especie hace que los mantos se renueven en un periodo de 85 días.

Gracilariopsis lemaneiformis (Bory de Saint-Vincent) E.Y. Dawson, Acleto and Foldvik (Fideo de mar).

Esta alga roja agarofita, se desarrolla en el Golfo de California, donde forma verdaderas praderas submareales (2 a 7 m de profundidad) (Pacheco-Ruiz *et al.*, 1996); los mantos de esta especie son prácticamente unialgaes con coberturas muy densas, forma gruesas capas de algas sobre las rocas que en algunos puntos alcanzan hasta 20 cm de espesor. A pesar de que los mantos se conforman casi exclusivamente por *G. lemaneiformis*, en ocasiones es posible encontrar inmersos en ellas pequeños manchones de otras especies de algas, tales como las algas rojas *Eucheuma uncinatum* y *Chondracanthus squarulosus*.

Se distribuye en la parte norte del Golfo de California. Se han reportado mantos extensos en la región comprendida entre Bahía de Los Angeles y Bahía de Las Animas, esta es una zona influenciada por las aguas del Canal de Ballenas donde *G. lemaneiformis* se encuentra en cantidades suficientes para una explotación comercial (Pacheco-Ruiz *et al.*, 2001). Sin embargo hasta el momento no se ha evaluado la biomasa disponible de esta especie en la costa continental.

G. lemaneiformis es una alga roja filamentosa con múltiples ramificaciones tiene un talo cilíndrico, flexuoso, filamentoso, sobrepasa 1 m de longitud, es de color rojo vino a marrón violáceo intenso. Los ejes principales son de 1 a 3 mm de diámetro. Se presentan generalmente en grupos, que se desprenden de un disco basal común, con ramificaciones esparcidas e irregulares a veces bastante largas o cuando son cortas, son numerosas y próximas entre sí. Su ciclo de vida es trifásico, isomórfico similar al de *G. robustum*. En cuanto a las fases progresivas de formación de las estructuras reproductivas, las características más sobresalientes son: los cistocarpos se encuentran dispersos irregularmente en el eje principal y las ramas, son domoides, el gonimoblasto de base ancha y sin filamentos nutritivos entre el gonimoblasto y el pericarpo; los espermatangios son superficiales y se encuentran en soros indefinidos. Se reproduce por esporas y en forma vegetativa, pero se desconoce la estrategia reproductiva que asegura la permanencia de esta especie en el medio de una temporada a otra.

3.2 Ambito geográfico

A pesar de que la distribución de las especies de macroalgas en la península de Baja California ocurre en ambas costas de la misma, la cosecha comercial, a excepción del recurso *Gelidium* que ocurre en Baja California y Baja California Sur, se restringe a sólo una parte de su área de distribución natural Figuras 3, 4, 5 y 6.

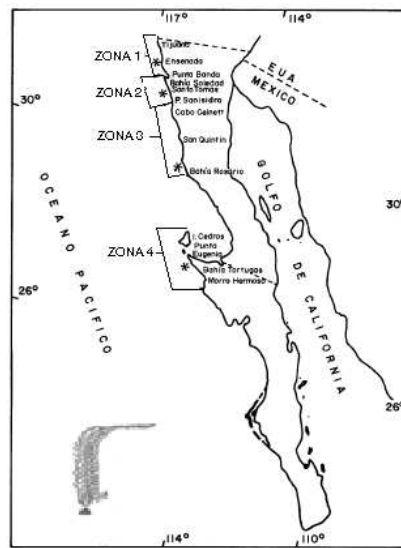


Figura 3. Distribución de *M. pyrifera* en la costa occidental de la península de Baja California (Hernández-Carmona, *et. al.*, 1991). La cosecha comercial sólo se lleva a cabo en las zonas 1, 2 y 3.



Figura 4. Zonas de distribución y cosecha comercial de *Gelidium robustum* (Sargazo rojo) en la costa occidental de la península de Baja California.

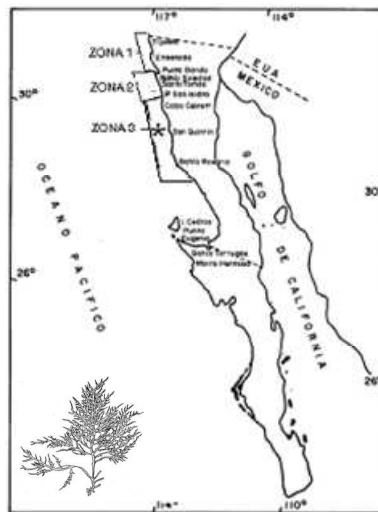


Figura 5. Distribución de *Chondracanthus canaliculatus* “pelo de cochi” en Baja California, donde la única localidad que actualmente se cosecha, está incluida en la zona 3.



Figura 6. Distribución en el Golfo de California de *Gracilariopsis lemaneiformis* (Fideo de mar).

3.3 Ambito ecológico

Las macroalgas junto con el fitoplancton y los pastos marinos son productores primarios que conforman el primer eslabón de la cadena trófica en el océano y son la base para diferentes pesquerías de importancia comercial. Además de ello el papel ecológico las macroalgas es de suma importancia en el ecosistema marino ya que interaccionan en forma favorable con innumerables especies de organismos marinos que encuentran alimento y o refugio en las praderas de macroalgas al menos durante alguna etapa de su vida.

Los grandes bosques de macroalgas son característicos de zonas de alta productividad en regiones templadas y frías en el mundo. Las costas de la península de Baja California se encuentran bañadas por las aguas frías de la Corriente de California (CC) y además ocurren innumerables fenómenos de “surgencia” (proceso oceánico que lleva agua rica en nutrientes del fondo hacia la superficie), esto hace que en la región se desarrollen bosques submareales de algas pardas como *Macrocystis pyrifera*, *Egregia spp.*, y *Eisenia arborea* entre otros; así como praderas de algas rojas como *Gelidium robustum* y de diferentes especies de *Chondracanthus* y *Gracilaria*. En general, los bosques y praderas de macroalgas en la península de Baja

California, están asociados a pesquerías de alta importancia económica tales como el erizo, pepino de mar, abulón y langosta entre otras.

Mientras que organismos como el abulón y el erizo de mar se ven favorecidos con la abundancia de recursos algales, poblaciones elevadas de erizo ponen en riesgo el equilibrio ecológico en el ecosistema, ya que por la movilidad y voracidad del erizo puede afectar la biomasa del manto, además de impedir el asentamiento de juveniles y de esta manera afectar a especies de menor movilidad como el abulón (Fig. 7). La captura comercial de erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) mantiene controlada su población sin afectar los mantos de macroalgas; sin embargo debido a que no hay captura comercial del erizo morado (*S. purpuratus*), éste se ha convertido en una plaga que afecta adversamente a los mantos algales (Fig. 8).

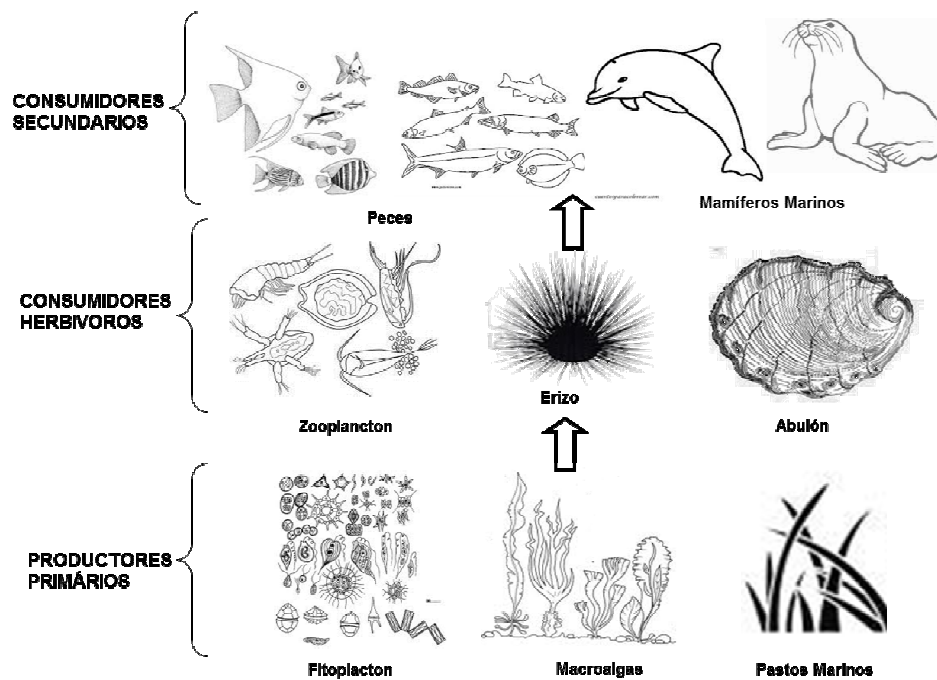


Figura 7. Relaciones tróficas característica de regiones templadas y frías.

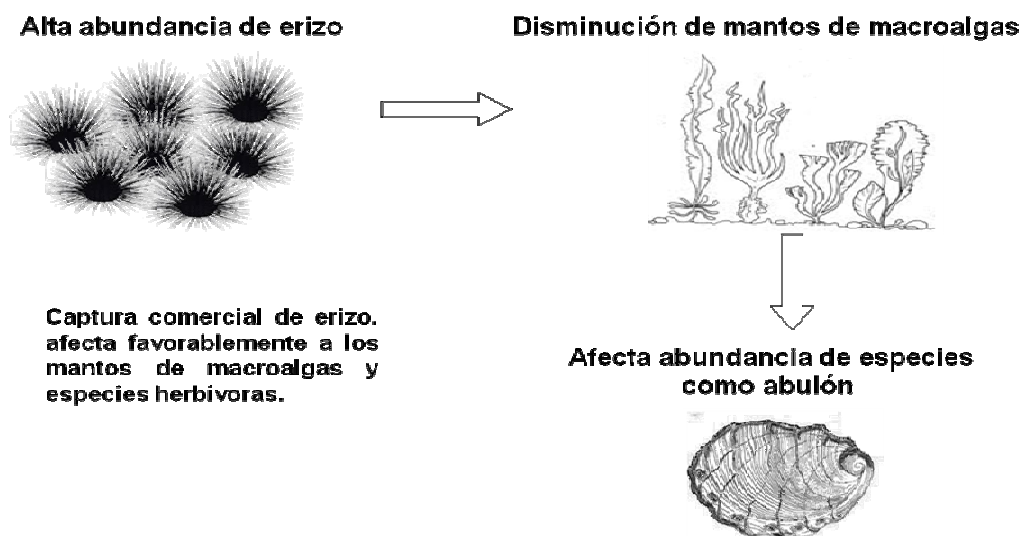


Figura 8. Asociaciones importantes en el hábitat de las macroalgas.

3.4 Ambito Socioeconómico

La actividad de cosecha de macroalgas más importante actualmente es la orientada a satisfacer la demanda de materias primas para la obtención de coloides algales, con la participación tanto del sector privado como el social; mientras que el sector privado cosecha sus propias materias primas y los lleva hasta su procesamiento final, en el sector social esta es una actividad secundaria que implica sólo la recolección y secado, posteriormente en otro eslabón de la cadena, se hace el acopio y empaque de las materias primas para transportarse a los lugares de procesamiento, el cual generalmente es al extranjero. En la cosecha de macroalgas están implicados cerca de 200 pescadores; sólo existe una planta procesadora localizada en Ensenada Baja California, que adicionalmente emplea de 15 a 20 trabajadores; actualmente se están incorporando nuevas especies de macroalgas a la producción de materias primas, lo que sin duda incrementará el beneficio social en la región creando nuevas fuentes de empleo.

En el caso de la producción de fertilizantes líquidos, el aprovechamiento de las algas marinas hasta el momento es ejercido exclusivamente por el sector privado, quienes cosechan y procesan sus materias primas; en esta actividad existen 3 o 4 empresas, donde participan alrededor de 10 pescadores y adicionalmente en el procesamiento posterior se benefician unas 20 familias más. El uso de materias primas para su aplicación como alimento de organismos en cultivo, esta actividad beneficia de forma directa e indirecta a cerca de 20 familias; y es una actividad que va en aumento.

Desde hace varios años una empresa privada de la región ha hecho esfuerzos por aprovechar sistemáticamente las macroalgas para usos alimenticios, aunque actualmente esta actividad beneficia sólo a 4 o 5 familias, esta es una línea promisoría en el uso de macroalgas.

4. Diagnóstico de la pesquería

4.1 Importancia

Una vez que en el 2005, cesó el aprovechamiento a gran escala de *M. pyrifera*, la participación de las algas marinas en la producción pesquera nacional cayó a niveles menores del 1%. Actualmente en el mercado mundial de macroalgas, México contribuye con el 4.6% de materias primas agarofitas y 0.37% de algas productoras de carragenanos (Zertuche-González, 1993); mientras que a partir del 2005 las alginofitas cayeron del 2.3% a no tener participación en el mercado mundial. Los ingresos por exportación de algas en México para los años 1990, 1991 y 1992 fueron de 1.6, 1.5 y 2.6 millones de dólares, respectivamente (Zertuche-González, *op. cit.*).

La pesquería de macroalgas en México es de carácter regional y sólo se realiza en algunas zonas de la península de Baja California; la pesquería más extendida, ya que incluye la costa de Baja California y B.C. Sur, es la cosecha del sargazo rojo *Gelidium robustum*; de esta especie se cosecha un promedio de 800 t de algas secas; en esta pesquería participan de 50 a 60 equipos tanto del sector social, como del privado; la iniciativa privada participa con pescadores traídos de otras regiones del país, para los cuales la extracción de algas representa su única actividad; mientras que en el sector social, la pesquería de este recurso es una actividad secundaria que alterna con la pesquería de especies de mayor valor comercial (ej. abulón, langosta y erizo) (Molina-Martínez, 1986).

Las macroalgas cosechadas, se secan al sol en los diferentes campos pesqueros, de esta forma, se envía a Ensenada para la producción nacional de agar (cerca de 120 t anuales de agar) o para su exportación como materias primas.

La pesquería del "Pelo de Cochi" *Chondracanthus canaliculatus*, por la falta de mercado para esta materia prima, ha venido a menos de lo que históricamente ha representado en las comunidades pesqueras de Baja California. En la actualidad la producción de esta especie es menor de 200 t secas. En los últimos años la cosecha de *C. canaliculatus* se ha llevado a cabo por un solo permisionario del sector privado, representó ingresos para 5 o 6 familias de la localidad, ha estado limitada a la zona de San Quintín, B.C. y parcialmente a la zona del Rosario, B.C. Sin embargo, en el 2010 se aprueba un nuevo permiso para este recurso, por lo que se ampliará la cosecha hacia el norte hasta la zona de Camalú, B.C. y al sur hasta Punta Canoas, de la misma manera se espera que haya más pescadores que participen en esta actividad económica. Para el manejo de la cosecha de esta especie, no se requieren instalaciones especiales, ya que el secado es en playa y en el centro de acopio sólo se requiere de una prensa hidráulica para la formación de pacas de aproximadamente 80 Kg, se transporta en contenedores que se envían a Estados Unidos para la producción de carragenanos. Algo similar pasa con el fideo de mar *Gracilariopsis lemaneiformis* donde la actividad de cosecha que realiza una empresa privada, se lleva a cabo en el Golfo de California, sólo en las localidades de Bahía de los Angeles y Bahía de las Animas, B.C., en ella participan cuatro embarcaciones, que representan el empleo para 15 o 20 personas las cuales provienen de otras regiones del país (ej. Veracruz); el secado del producto es en playa y en el centro de acopio se cuenta con una prensa hidráulica para la elaboración de

pacas, estas pacas se cubren con plástico y así se transportan en contenedores con destino a Japón donde es materia prima para la producción de agar.

En la pesquería del "sargazo gigante" *Macrocystis pyrifera*, con una cosecha anual promedio hasta el 2004 de 25,000 t peso vivo. Este recurso estuvo concesionado a una sola empresa (Productos del Pacífico), que realizaba su actividad de cosecha en mantos localizados desde la frontera con Estados Unidos, hasta la zona del Rosario, B.C. Para esta actividad, se empleó una sola embarcación mayor con capacidad de 400 t frescas (barco "El Sargacero"); para evitar el deterioro del producto, durante la maniobra de cosecha, las algas eran rociadas con una solución de formol en agua de mar; la cosecha se descargaba en fresco directamente en el puerto de San Diego California (E.U.A.), donde fue materia prima para la producción de alginatos. Durante un tiempo, parte de esta cosecha se destinó para la producción nacional de harinas y fertilizantes líquidos, para ello el barco "El Sargacero" descargaba en el puerto del Sauzal, B.C. donde se contaba con instalaciones para su procesamiento. La actividad de cosecha y procesamiento de estas materias primas proporcionó empleo para unas 15 personas. La causa por la cual dejó de operar el barco "El Sargacero" no fue debido a causas de incosteabilidad de operación ni escasez de materias primas; se debió principalmente al hecho de que el comprador directo de *Macrocystis pyrifera* era la empresa de E.U.A., ISP Industries (antes Kelco Co.) en San Diego California, la cual cesó sus operaciones en el 2005. Al dejar de tener demanda de esta materia prima en el mercado exterior, la cosecha mecanizada a gran escala para este recurso realizada por el barco "El Sargacero" ya no fue necesaria ya que la demanda interna en esos momentos era muy incipiente; a partir de entonces, la cosecha cambió hacia una pesca artesanal, en un orden de magnitud inferior, donde se emplea una embarcación tipo pacaña y participan sólo dos pescadores por embarcación, el corte es manual empleando cuchillos y de manera similar a la cosecha mecanizada, se incide sólo en la parte superior de las plantas.

4.2. Especies objetivo

El impacto de cosechar sobre comunidades de macroalgas, no es muy diferente al efecto ocasionado por disturbios físicos o biológicos. Ambos remueven la biomasa de las especies objetivo y modifican la abundancia y distribución de flora y fauna asociada. Entonces, el impacto ecológico de la cosecha dependerá de la distribución espacial del recurso cosechado, estacionalidad, intensidad de cosecha y la relación entre los métodos de cosecha y localización en la planta de las estructuras reproductivas (Vázquez, 1995).

Para la actividad de cosecha de los diferentes recursos algales no ha sido necesario implementar épocas de veda por lo que la pesquería está condicionada sólo por la abundancia natural de las macroalgas la cual varía estacionalmente y es dependiente de las condiciones ambientales imperantes; sin embargo se debe tener un seguimiento de las variaciones temporales de cada recurso y de su potencial reproductivo, así como de las especies animales y vegetales asociadas a ellos para en caso de un comportamiento anómalo implementar vedas temporales. En el caso de las pesquerías del Pacífico de B.C., las diferentes especies *M. pyrifera*, *G. robustum* y *C. canaliculatus*, son independientes una de otras, la cosecha se lleva a cabo durante todo el año, siempre y cuando las condiciones meteorológicas sean propicias; en todos los casos las cosechas mayores se logran durante el verano. En el Golfo de California *G. lemaneiformis*, igual que los recursos anteriores no tiene época de veda. Durante una parte del invierno las plantas de esta especie se encuentran invadidas por huevecillos de la curvina, los cuales en su desarrollo se desprenden a fines del invierno, dejando las plantas libres de este material en la primavera, posterior a ello inicia la cosecha, sin embargo, el decaimiento natural de su población a finales del verano, debido a las altas temperaturas del medio, limitan su cosecha comercial a la primavera y verano.

Efecto sobre el recurso: A pesar de que no hay un seguimiento del número de mantos y biomasa para cada especie que se aprovecha en las costas de Baja California, los métodos de cosecha que tradicionalmente se emplean para las diferentes macroalgas, parece que no ocasionan efectos adversos sobre la abundancia en las praderas (Barilotti, *et al.*, 1985, McCleneghan and Houk, 1985). A pesar de ello, es recomendable realizar evaluaciones de biomasa para cada recurso con aprovechamiento y para todos los casos rotar zonas de cosecha para favorecer la regeneración de las praderas de macroalgas (Barilotti y Zertuche-González, 1990).

Recursos Potenciales: Además de los recursos que actualmente cuentan con cosecha comercial, en nuestras costas se encuentran otras especies, que por la biomasa disponible, son susceptibles de un aprovechamiento comercial; entre ellas se dispone de materias primas alternativas para la producción de ficoloides, para alimento humano directo, para alimento de organismos acuáticos en cultivo, elaboración de harinas, fertilizantes líquidos y diversos compuestos bioactivos, especies como *Porphyra*, *Ulva*, *Egregia*, *Eisenia*, *Chondracanthus squarulosus*, *Mastocarpus papillatus*, *Sargassum spp*, *Eucheuma uncinatum*, entre otras. Es también importante mencionar que durante algunas épocas del año, debido a condiciones meteorológicas extremas, en las playas se depositan grandes volúmenes de algas (algas de arribazón), esta biomasa puede ser aprovechada en la elaboración de fertilizantes orgánicos; en este sentido, desde el año

2000 una empresa de la localidad (Tecniprosos S.A. de C.V.) utiliza el material de arribazón de una pequeña franja costera de Baja California.

4.3. Captura incidental descartes

Como es sabido las praderas de macroalgas son el hábitat para numerosas especies animales que buscan refugio en sus órganos de fijación o en sus frondas durante alguna parte de su ciclo de vida; a pesar de ello, la captura incidental de especies es muy bajo, ya que la técnica de cosecha es dirigida hacia la especie "objetivo"; de manera que la cosecha se compone de porcentajes mayores al 98% de la especie objetivo. No hay evidencias de efectos graves sobre otros recursos vegetales asociados. Sin embargo, en el caso de la fauna, para tener un mejor conocimiento del posible efecto sobre la fauna que habita los bosques de macroalgas, es recomendable tener un seguimiento de la cosecha comercial de cada especie de algas e identificar las épocas de mayor incidencia de fauna acompañante (en diferentes estadios ej. larvario, juvenil o adultos) con lo que en dado caso de que se detecten épocas con presencia importante de fauna asociada a las praderas de macroalgas, se puedan proponer épocas o zonas que deban sujetarse a veda.

4.4. Tendencias históricas

Sargazo gigante (*M.Pyrifera*):

La cosecha comercial del Sargazo gigante se inició en 1956, incrementando paulatinamente hasta 1976, a partir de entonces se ha mantenido con algunas fluctuaciones cercanas al promedio histórico de 26,710 toneladas frescas, la cosecha en esta escala de producción continuó hasta el 2004. Durante el año ocurren fluctuaciones de la cosecha, donde el mayor volumen se registra en los meses correspondientes a primavera y verano. Este recurso, es afectado por el fenómeno "El Niño" el cual provoca una disminución considerable de los mantos y su efecto puede ser visto en las cosechas de 1983 y 1998 que fueron precedidas por eventos de este tipo (Fig. 9). También debe mencionarse la drástica caída de la producción de este recurso posterior al año 2004 (Fig. 9), esta disminución de la cosecha en particular es debida a la interrupción de la cosecha mecanizada a gran escala e inicio de la cosecha artesanal en una escala menor (Fig. 10).

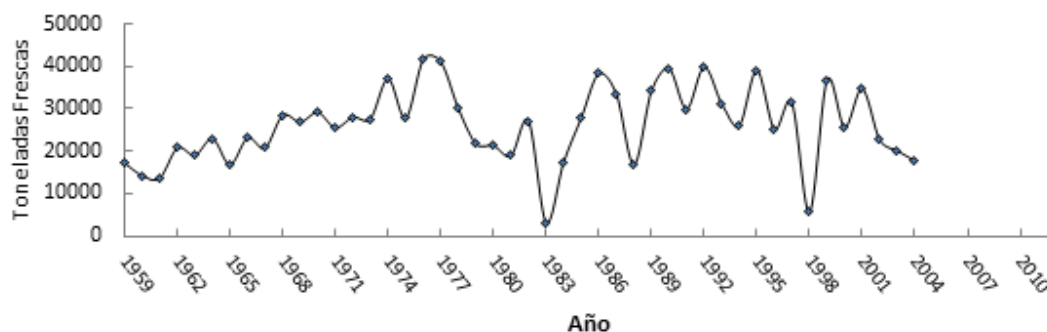


Figura 9. Cosecha histórica de *M. Pyrifera* en Baja California, México (en toneladas de peso fresco desembarcado). (Anuario Estadístico de Pesca, SAGARPA y Bitácoras Barco Sargacero).

Captura y esfuerzo: El barco "El Sargacero", durante los años que operó realizó un promedio de 70 viajes al año; el tiempo requerido para completar una carga dependía de la biomasa disponible que a su vez estaba en función de la época del año; la duración de la maniobra de cosecha, varía entre 5 a 7.5 horas en el verano y hasta 10 horas en invierno (Guzmán del Proó, *et al.*, 1971) (Fig. 11).

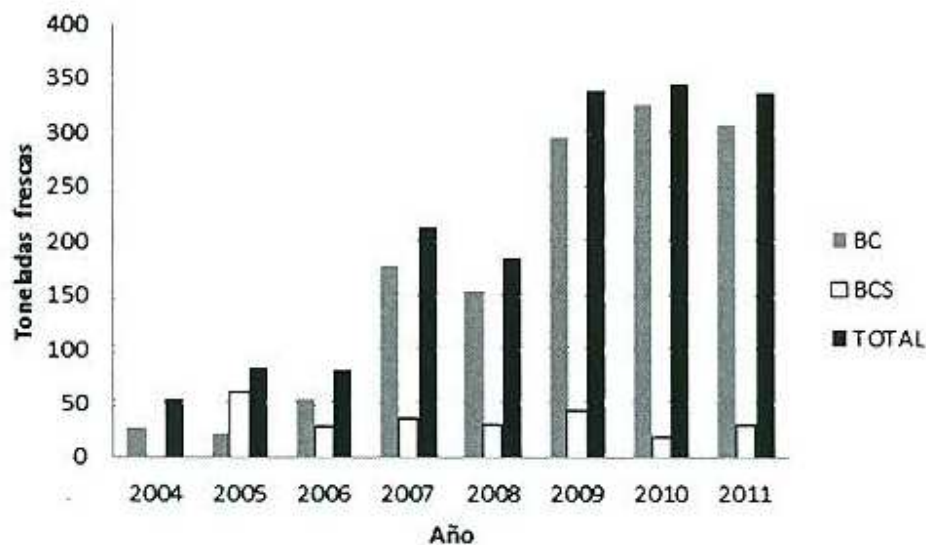


Figura 10. Cosecha reciente de *Macrocytis pyrifera* en Baja California. Fuente: Subdelegación de Pesca. SAGARPA BC.

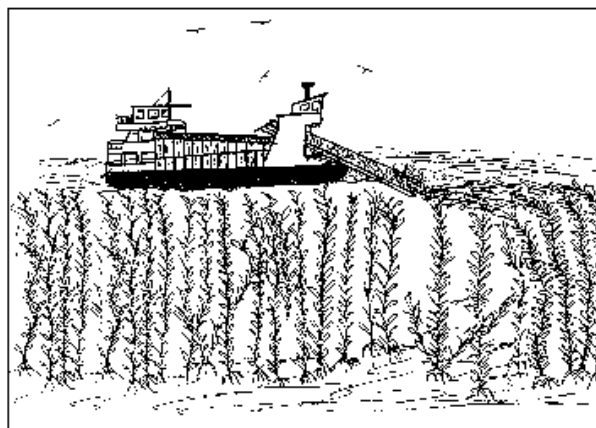


Figura 11. Operación de cosecha de *M. pyrifera* por el barco "El Sargacero"

Se considera que este recurso, aun durante la operación del barco "El Sargacero" a pesar de los altos volúmenes de cosecha donde se tenía un promedio de 25,000 toneladas en peso fresco anuales (Fig. 9), estuvo en estatus de sub-utilizado pues la disponibilidad de este recurso en la península de Baja California (BC y BCS) es suficiente para cosechar hasta 80,000 t anuales (Casas-Valdez, 2001).

En tiempos recientes, los usos de esta macroalga en Baja California, se han diversificado; de exportarse casi en su totalidad para la industria de alginatos en Estados Unidos de América, actualmente, se emplea en fresco, como alimento directo en los cultivos de abulón, además, se emplea en la elaboración de fertilizantes líquidos y ocasionalmente en la elaboración de harinas para alimento en el cultivo de camarón; sin embargo su cosecha a partir del 2005 ha sido muy baja con respecto a la cosecha cuando operaba el barco (Fig. 10).

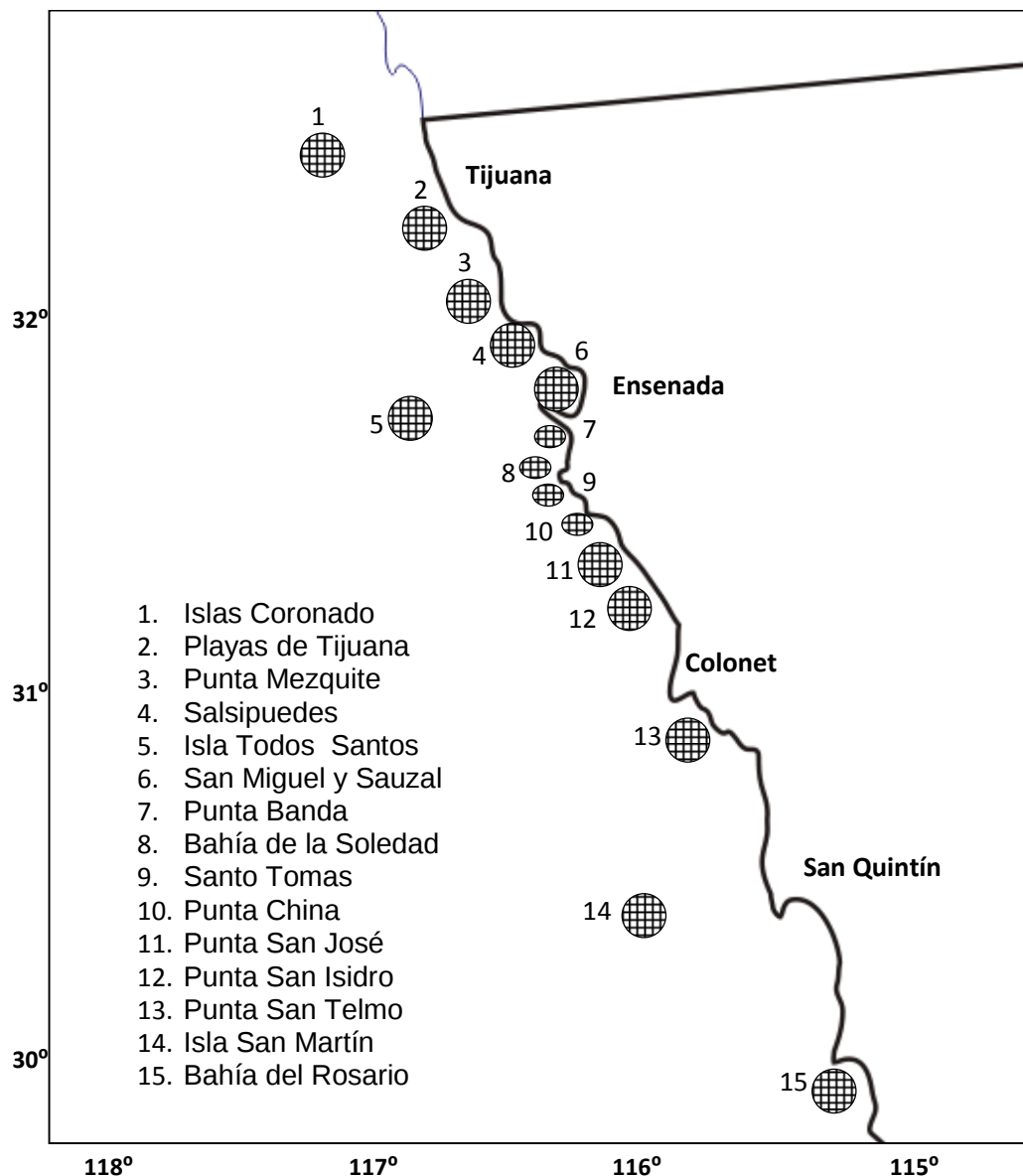


Figura 12. Localización de los principales Mantos de *Macrocyctis pyrifera* sujetos a extracción comercial por la empresa Productos del Pacífico S.A. de C.V. hasta el 2004. (Tomado de Casas-Valdez, 2001).

En la actualidad la cosecha de este recurso pasó a ser de tipo artesanal; para su realización se emplean embarcaciones menores, donde participan dos pescadores que con ayuda de machetes y cuchillos cortan el alga en su porción superior; la maniobra generalmente se lleva a cabo en un tiempo de dos a cuatro horas desde el momento en que se sale de puerto, se cosecha y se desembarca el producto; generalmente en la panga se transportan 6 chinguillos con 80 a 90 Kg de algas para un total de 500 a 600 Kg de algas frescas por viaje, pudiéndose realizar de tres a cuatro viajes por día dependiendo de la distancia de los mantos y necesidades de materia prima del usuario (Fig. 13).

La cosecha por el barco "El Sargacero" se realizó en 15 localidades de Baja California desde la frontera hasta Bahía El Rosario (Fig. 12), actualmente la cosecha artesanal ocurre en Baja California y en el norte de Baja California Sur, siendo los principales sitios donde se cosecha: Popotla, Ensenada, Santo Tomás, Punta San Antonio, Isla San Martín, El Rosario y Punta Blanca en Baja California, así como en Punta Eugenia en Baja California Sur (Figs. 14 y 15), donde las cosechas más importantes se llevan a cabo en las cercanías de Ensenada, Ejido Eréndira y en Punta Eugenia en B.C.S., donde se encuentran los principales usuarios del producto.



Figura 13. Cosecha artesanal del sargazo gigante (*M. pyrifera*) que es transportada en bolsas de red (chinguillos).

Sargazo rojo (*Gelidium robustum*):

Este recurso es el que tiene el aprovechamiento más antiguo, inició formalmente en 1955, en los primeros años, la producción fue incrementando paulatinamente para en 1967 alcanzar una producción de 1500 toneladas métricas secas.

El volumen de captura nacional de los años 1968 a 1979 refleja básicamente el comportamiento de la captura de Baja California, ya que la cosecha de este estado representó el 89% del total. En el periodo comprendido de 1980 a 1992, Baja California contribuyó con el 52%; mientras que Baja California Sur, aportó el 47%, por lo que la captura nacional corresponde a la sumatoria de ambas entidades, con un promedio anual de 1,178 t (Fig. 16). En el periodo comprendido entre 1974 a 1979, los registros marcan una elevación inusual de los volúmenes de cosecha con un máximo de 3,091 toneladas en 1976; después de ese periodo la cosecha no ha regresado a esos niveles de producción, esto podría indicar o bien, que ha disminuido el potencial del recurso o se debe a que los registros de ese periodo pudieran corresponder al peso fresco de la cosecha tal como menciona Guzmán del Proó, *et al.* (1986).

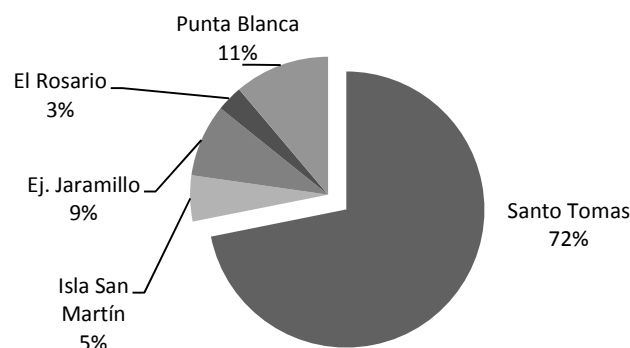


Figura 14. Porcentaje de cosecha de *Macrocytis pyrifera* en los diferentes sitios dentro de Baja California en 2010. Fuente: Subdelegación de Pesca. CONAPESCA BC.

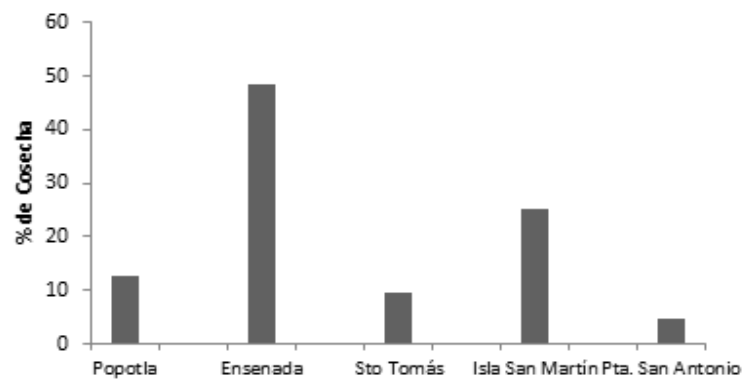


Figura 15. Porcentaje de cosecha de *Macrocytis pyrifera* por sitio en Baja California en 2011. Fuente: Subdelegación de Pesca. CONAPESCA BC.

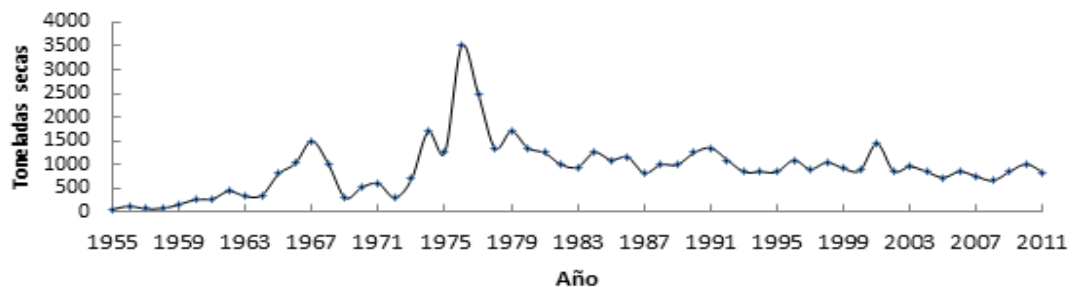


Figura 16. Cosecha histórica del sargazo rojo en México (Baja Cal. y Baja Cal. Sur) (Anuarios estadísticos de pesca SAGARPA)

Desde el año de 1980, las capturas se han mantenido relativamente estables fluctuando al rededor de las 1000 TM secas anuales (Fig. 16). Actualmente la principal cosecha de *Gelidium*, se basa en la producción que se obtiene de praderas de la parte central de la península de Baja California: Isla de Cedros e I. Benitos en Baja California, así como I. Natividad, Punta Eugenia y Bahía Tortugas en Baja California Sur (Casas-Valdez y Fajardo-León, 1990).

Captura por unidad de esfuerzo: La cosecha de *G. robustum* se lleva a cabo durante todo el año, aunque ésta se intensifica durante los meses de mayo a septiembre. Las actividades de cosecha se ven limitadas por las condiciones meteorológicas ya que se afecta la navegación y buceo, en este sentido los días laborables son de alrededor de 120 días al año (Fig. 17) (Molina-Martínez, 1986).

Para la cosecha de *G. robustum* en mantos localizados en B.C.S. Hernández-Guerrero, *et al.* (1999), estimaron una captura por unidad de esfuerzo que fluctúa entre 2,467 kg frescos/embarcación a 4017 kg/embarcación.

Pelo de Cochi (*C. canaliculatus*):

Su cosecha comercial inició en 1966, por la empresa GELMEX S.A. de C.V., posteriormente este recurso, fue cosechado por las Cooperativas Pesqueras, actualmente por la falta de mercado, su aprovechamiento se restringe a la zona de San Quintín por la empresa Agromarinos S.A. de C.V., la producción se destinó como materia prima para la producción de carragenanos exportándose a Estados Unidos, Dinamarca, Japón y Francia. En el mercado internacional alcanza un costo de Aprox. 850 dólares americanos/ton seca (Fig. 18).

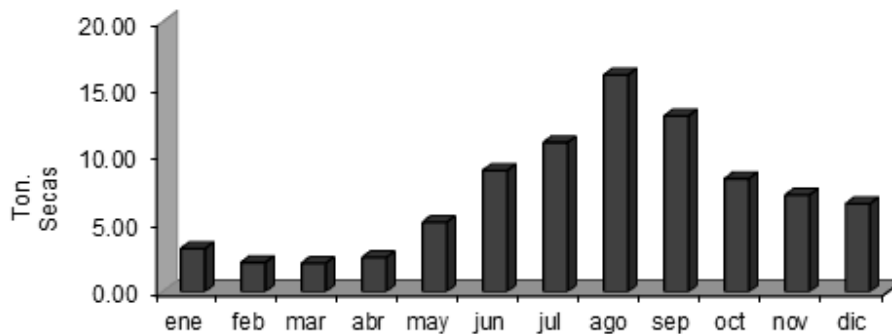


Figura 17. Estacionalidad de la cosecha de sargazo rojo (*G. robustum*) en Baja California (Fuente: Datos tomados de Guzmán del Proó, et. al., 1986).

Desde los inicios de la pesquería se observa un incremento continuo de las cosechas, hasta alcanzar las 1,100 toneladas secas por año (1979); a partir de entonces por la falta de mercado para esta materia prima, la producción declina paulatinamente y a partir de 1983 las cosechas son inferiores a las 200 toneladas secas por año, de esta manera la pesquería continuó hasta 1999 (Fig. 18) punto en el que su cosecha se interrumpió y reinicia en el 2003, aunque en cantidades muy por debajo de su potencial (Agromarinos com. Personal).

La cosecha cuando hay demanda de este producto se practica durante todo el año. Presenta una alta estacionalidad ya que depende de las condiciones atmosféricas imperantes, así como la duración y magnitud del bajamar; cosechas mayores se obtienen durante primavera-verano y declina durante el otoño-invierno; cuando la cosecha se inicia a principios de primavera, las praderas se recuperan y es posible realizar dos cosechas en la misma zona por temporada (Fig. 19).

Esfuerzo pesquero: debido a la forma artesanal de cosecha y a que no hay registros fidedignos de la captura por persona de este recurso no hay una estimación concreta de la captura por unidad de esfuerzo. La jornada de trabajo para esta especie es variable ya que depende de la duración y magnitud de la marea baja, la actividad de cosecha tiene una duración de 1 a 3 horas donde cada persona puede cosechar de 300 a 500 Kg de alga fresca. La cosecha es totalmente artesanal y no requiere de ningún aditamento especial, el corte de las plantas es manual y se coloca en costales para llevarlos a la playa, donde se extiende para secarse al sol durante aproximadamente dos días.

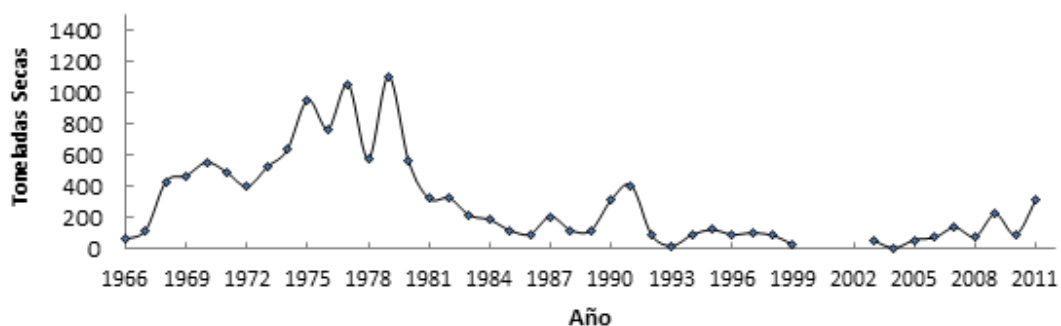


Figura 18. Cosecha histórica de pelo de cochi (*Chondracanthus canaliculatus*) en Baja California. (Anuarios estadísticos de pesca SAGARPA).

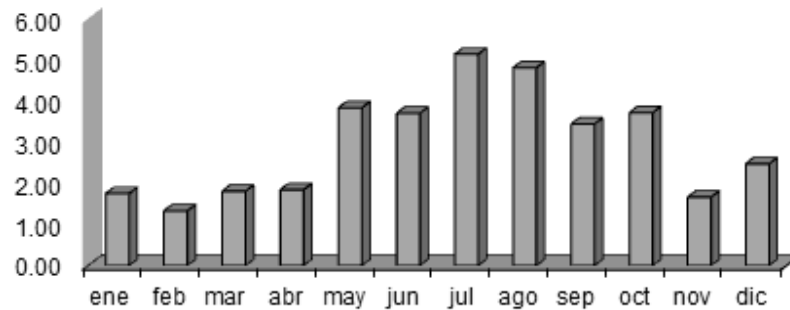


Figura 19. Variación mensual en la cosecha de pelo de cochi (*C. canaliculatus*) en Baja California ton secas/día en el periodo de 1973-1984.

Fideo de mar (*G. lemaneiformis*):

El aprovechamiento de los recursos algales del Golfo de California, es muy limitado y de la gran variedad de especies y las grandes biomásas que se menciona se encuentran en esta región, solamente se tiene registro de cosechas eventuales del alga roja *Eucheuma uncinatum* (carragenofita) y recientemente de *G. lemaneiformis* en base a investigaciones del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC (IIIO) que estimaron para el Golfo de California, un potencial de entre 3,000 a 5,000 toneladas secas (Pacheco-Ruiz *et al.*, 1999); sin embargo, las condiciones ambientales en el Golfo de California son extremadamente variables, haciendo que la biomasa disponible cambie dramáticamente de un año a otro, incluso ausentarse en algunos años. Su cosecha comercial inició en 1996, por la empresa PHYKOS S.A. de C.V. (Fig. 20), posteriormente AMARES S.A. de C.V. (Fig. 21) y ahora es aprovechada parcialmente por la empresa Agarmex de Ensenada B.C. Esta especie, es considerada como una fuente importante para la producción de agar (Arellano-Carbajal, *et al.*, 1999; Zertuche-González, 1993), de ahí el interés de industriales japoneses por esta materia prima.

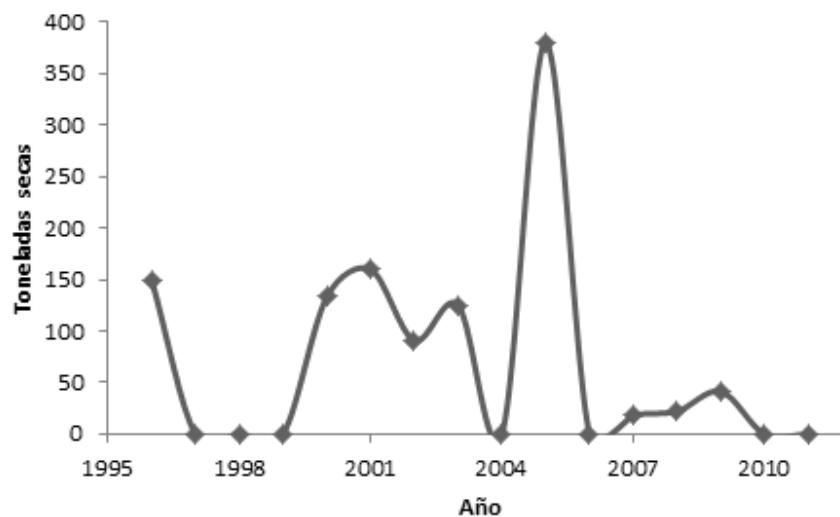


Figura 20. Cosecha histórica de fideo de mar (*G. lemaneiformis*) en el Golfo de California (Bitácoras de pesca SAGARPA).

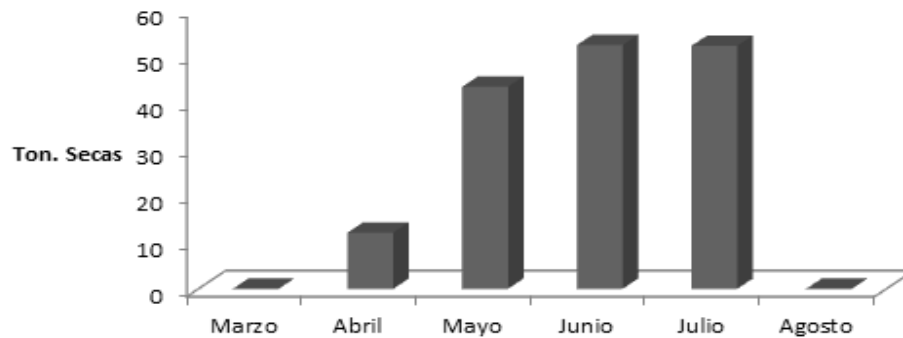


Figura 21. Cosecha mensual de fideo de mar (*G. lemaneiformis*) en el Golfo de California, durante la temporada 2001 AMARES S.A. de C.V. (Hernández-Garibay, *et al.*, 2006).

Captura y esfuerzo: La jornada de trabajo o "marea" generalmente inicia de 5 a 6 de la mañana y concluye alrededor de las 13:00 horas, en ese lapso de tiempo el equipo puede realizar dos viajes ya que completa la carga de la panga entre dos a cuatro horas; cada equipo tiene la capacidad de cosechar de entre 1,000 a 1,500 Kg de alga seca/día.

En tierra otras personas se encargan de descargar la cosecha y extender las algas en la playa para su secado, mientras que otras personas se encargan de embalar las algas cosechadas el día anterior en pacas de 80 a 100 Kg y recubrirlas con plástico para su almacenamiento y transportación. Se exporta a Japón como materia prima para la producción de agar. Costo Aprox. 1500 dls/ton seca en el mercado internacional.

4.5 Disponibilidad del recurso

Sargazo gigante (*M. pyrifera*): Potencial estimado: Aunque el promedio de cosecha histórica es cercana a las 25,000 toneladas frescas anuales, la cosecha reportada, corresponde sólo a la parte Norte de su distribución en la península de Baja California. Para el total de la península algunas determinaciones de la biomasa cosechable de *M. pyrifera* estiman que fluctúa entre 80,000 a 100,000 toneladas frescas por año; el potencial estimado varía interanualmente y de acuerdo a la época del año (Guzmán del Proó, *et al.*, 1986; Casas-Valdez, *et al.*, 1985; Hernández-Carmona, *et al.*, 1991).

Sargazo rojo (*G. robustum*): De este recurso no existen evaluaciones de la biomasa disponible en su zonas de distribución y cosecha, sin embargo si consideramos los datos de cosecha históricos y bajo una estimación conservadora podría considerarse una disponibilidad de *G. robustum* superior a las 1000 TM anuales, considerando que no ha habido disminución de los mantos algales sino más bien a habido disminución del esfuerzo pesquero (Hernández-Guerrero, *et al.*, 1999).

Pelo de cochi (*C. canaliculatus*): Evaluaciones de los mantos accesibles por tierra, realizadas por Ballesteros-Grijalva y García-Lepe (1993), estimaron que la biomasa disponible de este recurso en Baja California, es del orden de 625 TM anuales.

Fideo de mar (*G. lemaneiformis*): se desarrolla en la parte central del Golfo de California, principalmente en las aguas influenciadas por el Canal de Ballenas, presenta una alta variabilidad estacional en la disponibilidad de biomasa, por lo que su potencial de aprovechamiento puede variar entre 3,000 a 5,000 toneladas secas anuales (Pacheco-Ruiz, *et al.*, 1999). Sin embargo, pudieran ocurrir variaciones muy drásticas a la baja de un año a otro.

4.6 Unidad de pesca

La actividad de cosecha mecanizada del recurso *Macrocystis* empleó una sola embarcación construida exprofeso para esta actividad, denominada "El Sargacero" (Fig. 11), con capacidad de bodega de 400 toneladas frescas que se maneja por cuatro a cinco operadores, la descarga del producto en puerto se realiza mediante grúas. La cosecha artesanal de este recurso emplea embarcaciones menores tipo panga de fibra de vidrio de seis metros de eslora, equipada con motor fuera de borda; cada equipo de pesca consiste de dos personas (Fig. 13).

Por otra parte, la cosecha de las especies agarofitas (*Gelidium* y *Gracilariopsis*) es artesanal y se emplean equipos similares a los empleados en las pesquerías de abulón y erizo los cuales consisten en embarcaciones menores de fibra de vidrio de seis m de eslora, equipada con motor fuera de borda de 75 caballos de fuerza; la cosecha se realiza mediante buceo, para lo cual se emplea un equipo tipo hooka, que se compone de un compresor de aire, tanque de presión y manguera para el suministro de aire al buzo; en esta actividad participan tres personas por equipo y el número fluctúa de acuerdo a la época entre 30 a 50 equipos para *Gelidium* y de tres a cuatro para el caso de *Gracilariopsis*.

La cosecha de *Chondracanthus*, es también artesanal y no requiere de ningún aditamento especial, ya que se lleva a cabo en el nivel intermareal durante marea baja.

4.7 Infraestructura de desembarco

Debido a que en la cosecha de los recursos algales se emplean embarcaciones menores, no se requieren instalaciones especiales y en los diferentes campos pesqueros hay varaderos o zonas acondicionadas por los pescadores para botar al mar sus embarcaciones.

4.8 Proceso o industrialización

Para el procesamiento industrial de algas marinas todas las existentes son del sector privado; se cuenta en Ensenada Baja California con una planta productora de agar (Agarmex S.A. de C.V.) con capacidad instalada de aproximadamente 120 toneladas anuales de producto. Después de muchos años de experiencia en la producción de agar, esta misma empresa incursionó en la producción de carragenanos, esto a partir de algas provenientes de Filipinas e Indonesia (*Kappaphycus alvarezii*); sin embargo debido al encarecimiento de las materias primas, se interrumpió la producción de carragenanos.

Por otra parte también en Ensenada, B.C., en los últimos años han aparecido tres a cuatro pequeñas empresas del sector privado, con una superficie que en general no sobrepasa los 200 m², éstas procesan algas pardas, para la obtención de fertilizantes líquidos, principalmente sargazo gigante (*M. pyrifera*), la capacidad de procesamiento es un promedio de 1,000 Kg de alga fresca por día; sin embargo actualmente están operando por debajo de su capacidad instalada, debido a que recién se están abriendo las líneas de comercialización.

La actividad pesquera en torno a las algas agarofitas y carragenofitas, participa el sector privado y el social; sin embargo en este rubro, el sector privado es el actor principal. Se practica en diferentes lugares de la costa de Baja California y Baja California Sur, el procesamiento después de la cosecha, sólo implica el proceso de secado, el cual se realiza directamente al sol, por lo que no se emplean instalaciones especiales; en algunos casos se emplean cobertizos para en caso de lluvia proteger la cosecha; en los centros de acopio, se cuenta con prensas hidráulicas para el embalaje de las algas en pacas de 80 a 100 Kg. de peso, forma en que son transportadas a las empresas usuarias.

Además de lo anterior en México se cuenta con dos plantas piloto promovidas por la FAO para el procesamiento de algas marinas para la obtención de ficoloides, una de alginatos (CICIMAR) en Baja California Sur y otra de carragenanos (CRIP-Ensenada) en Baja California; en ambos casos la finalidad es desarrollar tecnología para el aprovechamiento de recursos algales de la región.

Las algas marinas tienen una amplia tradición de uso en el mercado oriental, donde se emplea en forma directa, principalmente como alimento humano y en usos medicinales; además se utilizan para la producción de coloides algales (Ficoloides) tales como el agar, alginatos y carragenanos, los cuales son ampliamente utilizados a nivel mundial; es por ello que existe una estrecha relación entre los países que procesan las algas marinas, generalmente países desarrollados con aquellos que sólo producen materias primas.

Los productos tradicionales que se obtienen a partir de las macroalgas son:

Alginatos

El alginato es un polisacárido que se obtiene de algas pardas, tales como *M. pyrifera*, *Ascophyllum nodosum* y *Laminaria spp.*, entre otras. El alginato está formado por dos ácidos urónicos, el (1-4) L ácido gulurónico y el β (1-4) D ácido manurónico, distribuidos aleatoriamente en una cadena lineal de alto peso molecular. Los alginatos son bien conocidos por su capacidad para producir soluciones de alta viscosidad y o de formar geles irreversibles en la presencia de metales divalentes y trivalentes (ej. calcio, bario, etc.).

Debido a sus propiedades, los alginatos son usados, ampliamente en la industria alimenticia, textil y médica, como espesantes, estabilizantes de emulsiones, gelificantes, inhibidores de sinéresis, etc.

Existe una gran gama de empresas que utilizan esta sustancia como aglutinante para cremas, detergentes, tintas de impresión textil y una gran variedad de productos. El alginato es un material ampliamente utilizado en odontología para obtener impresiones de los dientes y los tejidos blandos adyacentes. También se usa en el mundo del maquillaje de efectos especiales para hacer vaciados, en ortodoncia para modelos de estudio, en prótesis y operatoria para impresiones en piezas antagonistas y para la elaboración de una prótesis parcial removible.

Aproximadamente un 30% de la producción de alginatos se destina a la industria alimenticia para la confección de frutas artificiales y para rellenos de aceitunas en base a ají y alginatos. También se utilizan para industrializar camarones, carne, anillos de cebolla y una variedad de productos retexturizados en base a pastas homogeneizadas con alginatos de sodio, a las que se dan formas más o menos naturales. Un 5% de los alginatos se usa en la industria farmacéutica y de cosméticos. Son bien tolerados en contacto con la piel, refrescantes, lubricantes y de bajo contenido en lípidos. Además se incorporan en jabones y cremas de afeitar como suavizantes y estabilizantes de la espuma. Otros usos de los alginatos son en soldaduras, vendajes bioactivos, moldes dentales, dispensador de herbicidas entre otros. La producción mundial de algas para la obtención de alginatos es de 230,000 t en peso seco. El mercado de este producto asciende a 27,000 t anuales con precios que oscilan entre los 5 y los 20 dólares por kilogramo.

Carragenanos

Son polisacáridos que se obtienen con agua caliente de ciertas clases de algas rojas (*Rhodophyceae*). Los carragenanos, junto con el agar, pertenecen a la familia de galactanos sulfatados ya que se componen de galactosa (anhidrogalaactosa) y grupos hemiester sulfato. Las unidades de galactosa se encuentran unidas en una cadena lineal unidas por enlaces alternos $\alpha(1-3)$ y $\beta(1-4)$. Las propiedades de los carragenanos van a depender de su composición, en particular del grado y posición de grupos sulfato, así como de la presencia del residuo anhidrogalaactosa. A mayor proporción de grupos sulfato, la solubilidad es mayor (mayor viscosidad), mientras que a mayor contenido de anhidrogalaactosa la solubilidad disminuye (mayor capacidad gelificante), es así que en función de estos componentes, se distinguen varios tipos de carragenano, con propiedades claramente distintas. Aunque existen alrededor de una docena de tipos de carragenanos, desde el punto de vista comercial se manejan tres tipos principales: kappa carragenano el cual forma geles fuertes y quebradizos, lambda carragenano, que no gelifica, sólo forma soluciones de alta viscosidad y el carragenano tipo iota, el cual tiene propiedades intermedias entre los anteriores, forma geles elásticos. El peso molecular de los carragenanos es normalmente de 300,000 a 400,000 Daltons. La longitud de la cadena es importante, ya que por debajo de 100,000 Daltons de peso molecular, el carragenano no es útil como gelificante.

La capacidad de formar geles, varía mucho y depende del tipo de carragenano presente, esta variabilidad de las propiedades de los carragenanos, los hace muy versátiles, y cada vez tienen más aplicaciones en la industria alimentaria.

En particular, la interacción de los carragenanos con las micelas de caseína hace que el carragenano tenga aplicaciones en todos los productos lácteos. Además de formar geles, a concentraciones muy bajas, del orden del 0.02%, estabiliza suspensiones en medios lácteos, como batidos. También se comporta muy bien en productos cárnicos procesados y reestructurados, y en postres de tipo gelatina, mermeladas, gominolas y derivados de frutas, siempre que el pH sea superior a 3.5.

El pelo de cochi es la única especie en México (productora de carragenina) que ha sido sistemáticamente extraída en el Pacífico de Baja California y comercializada en forma casi continua desde 1966 (Hernández-Garibay, *et al.*, 2006). Toda su producción ha sido exportada, principalmente a los Estados Unidos y a Francia, para ser utilizada como fuente de carragenanos. Esta especie produce carragenano híbrido del tipo kappa/iota en su fase gametofita y lambda en la esporofita.

Otras especies que producen carragenina que se localizan en las costa de Baja California son: *Mastocarpus papillatus* en el Pacífico que produce carragenano del tipo kappa/iota, *Eucheuma uncinatum* especie endémica del Golfo de California que produce carragenano tipo iota y *Chondracanthus squarulosus* (antes *gigartina pectinata*) también del Golfo de California la cual de forma similar a *C. canaliculatus* produce carragenano híbrido del tipo kappa/iota en su fase gametofita y lambda en la esporofita. Estas dos últimas especies, debido a su presencia anual o pseudoanual en el Golfo de California, no permiten una explotación continua. Sin embargo, la explotación de praderas naturales de las dos algas mencionadas podría llevarse a cabo después de su época reproductiva (Barilotti y Zertuche-González, 1990).

Agar

Este producto es también un polisacárido que se obtiene con agua caliente de algunas especies de algas rojas. La palabra agar viene del malayo agar-agar, que significa gelatina. El agar pertenece a los galactanos sulfatados de algas rojas; se diferencia del carragenano en que posee menor cantidad de grupos sulfato. Químicamente el agar es un polímero de unidades de β D-galactosa unida en posición (1-3) y α L-galactosa (anhidrogalaactosa) unidas en posición 1-4 ambas unidades se unen en forma alternante en una cadena lineal de alto peso molecular. En la molécula de agar se pueden distinguir dos fracciones de composición diferente, una la agarpectina la cual es una fracción iónica con grupos ácidos, tales como sulfato y ácido pirúvico sin capacidad gelificante y la agarosa que es la fracción neutra y con alto poder gelificante. Esta última fracción es la que básicamente imparte las propiedades de gelificación conocidas para el agar.

La proporción de estas dos fracciones en la molécula del agar es variable entre especies, esto hace entonces que las macroalgas productoras de agar alcancen precios diferentes; por ejemplo *Gelidium robustum* especie que se cosecha en México alcanza buenos precios en el mercado internacional (> 1,500 Dlls. Ton seca), ya que tiene un alto contenido de agarosa lo que lo hace ideal para producir agar grado bacteriológico o para la producción de agarosa para aplicaciones como tamiz molecular en genética; mientras que especies de *Gracilaria*, son materias primas de menor valor que *Gelidium* debido a que su agar posee un menor contenido de agarosa, por lo que para obtener agar de buena capacidad gelificante, es necesario la aplicación de un pretratamiento (alcalino).

El uso comercial principal del agar es como medio de cultivo en microbiología (ya que no es degradado por bacterias y hongos), y en la industria alimenticia en mermeladas, sopas, gelatinas vegetales, helados y algunos postres. La producción mundial de agar es de unas 4,500 a 6,000 Tm anuales; donde un 80% se destina a la industria y un 20% para usos farmacéuticos y en bacteriología. Según su calidad puede costar entre 10 y 45 dólares el kg y hasta 60 dólares en el caso del agar bacteriológico.

Fertilizantes:

La producción de fertilizantes es una actividad económica que se ha ido incrementando en México, para este propósito se utilizan principalmente algas pardas, en particular en Baja California se utiliza el sargazo gigante *Macrocystis pyrifera*. El procesamiento a que son sometidas las algas marinas para la producción de fertilizantes, generalmente consiste en un tratamiento alcalino muy enérgico; con esto se logra la licuefacción de las partículas algales y se logra la liberación de compuestos orgánicos, entre ellos, las fitohormonas, las cuales se supone es el principio activo de los fertilizantes. La presentación final es líquida, de esta forma se dosifica en el agua de riego.

Biocombustibles:

Como una alternativa para disminuir la dependencia hacia los combustibles fósiles y disminuir el impacto en el calentamiento global, las algas marinas al poseer un alto contenido de carbohidratos son buenos candidatos para la producción de combustibles de segunda generación en donde se procesan materias primas que no requieren de tierra para su producción y que a su vez pueden ayudar a la remoción de compuestos del medio, con éstos se produce biomasa (ej. CO₂, nutrientes en exceso en zonas eutrofizadas, descargas antropogénicas, etc.), posteriormente mediante microorganismos se convierte la materia orgánica hacia biocombustibles tales como el bioetanol y el biogás (metano).

Las algas marinas se componen de un 50% ciento de carbohidratos, un 30% de minerales y un 15% de proteínas y lípidos (Lobban 1994). Los carbohidratos de las algas pueden ser usados como sustrato para mediante fermentación alcohólica y anaeróbica, producir etanol, butanol, metano y otros combustibles y químicos.

El uso de algas marinas para obtener etanol tienen la ventaja respecto a los cultivos en tierra de maíz y de caña de azúcar usados para obtener bioetanol, en el sentido que las macroalgas aprovechan el dióxido de carbono atmosférico y no compiten con la tierra destinada para alimentos ni requiere un alto uso de fertilizantes o químicos. Sin embargo, la viabilidad económica no está demostrada. Por otro lado, debido a que la producción de energía demandaría grandes volúmenes de alga a muy bajos precios, se competiría con otros usos de las algas comercialmente más atractivos tales como la obtención de compuestos secundarios, harinas y forrajes marinos.

Compuestos bioactivos y nutraceuticos:

Las algas marinas son de los pocos organismos que en forma natural poseen polisacáridos sulfatados, los cuales recientemente han mostrado propiedades bioactivas interesantes como compuestos anticancerígenos y antitumorales entre otras aplicaciones novedosas. Las tres divisiones algales contienen diferentes polisacáridos sulfatados; en algas rojas se encuentra el agar y carragenanos en algas pardas el fucodán y en las algas verdes el ulván; a pesar de que hay innumerables patentes sobre este tipo de productos, en México debe avanzarse en investigaciones sobre diferentes algas marinas, evaluar sus componentes, así como la realización de bioensayos con los diferentes productos encontrados.

Por otro lado, el empleo de las algas marinas como compuestos nutraceuticos, es una buena alternativa para aprovechar sus características nutritivas además de beneficiarse por la bioactividad positiva que pueden tener los diferentes componentes de las algas en la salud humana, esta línea de aplicación es un aprovechamiento que puede redituarse en mejores beneficios económicos para el sector productivo.

Forrajes para organismos acuáticos en cultivo:

Algunos organismos de alto valor comercial tales como el abulón y erizo de mar son herbívoros y su alimento natural lo constituyen las macroalgas; en este sentido el uso de macroalgas para la engorda de este tipo de organismos, permite la conversión de tejido vegetal en proteína animal de alto valor comercial. Esta actividad aunque hasta el momento es incipiente en nuestro país, debe ser tomada en cuenta para no limitar el desarrollo de nuevas empresas, que pudieran ser una alternativa favorable en el aprovechamiento de los recursos algales y que generen mejores dividendos.

Alimento Humano:

Aunque en nuestro país no hay tradición en el uso de macroalgas en la alimentación, en tiempos recientes cada vez un mayor número de personas adopta alimentos orientales entre ellos las macroalgas. Además de los beneficios nutrimentales implícitos en ellas, está el hecho de que al tener mejor control de calidad en la cosecha y o cultivo de algas marinas, se puede abrir un nicho hasta ahora menospreciado.

4.9 Comercialización

Sargazo Gigante (*M. pyrifera*): La producción se exportaba en fresco a E.U.A., como materia prima para la obtención de alginatos esto a un costo aproximado de 20.00 dólares por tonelada fresca. Por otra parte, la harina obtenida con esta materia prima, alcanzó precios que fluctuaron entre 500 a 700 E.U.A. dólares por tonelada seca; de esta forma, fue empleada en la elaboración de alimento para organismos en cultivo (ej. camarón). Actualmente toda la producción de esta especie es para consumo local en la producción de fertilizantes y alimento para abulón en cultivo, principalmente.

Sargazo rojo (*G. robustum*): La mayor parte de la cosecha (Aprox. 800 ton por año) se emplea localmente como materia prima para la producción de agar (Agarmex S.A. de C.V.) y el resto se exporta para el mismo fin a Estados Unidos de América y Japón.

El precio de venta de *Gelidium robustum* que rige actualmente en el mercado varía en función de su calidad. Se han establecido tres clases en función de la cantidad de conchilla en el alga, principalmente los epizosos (*Membranipora tuberculata*) y palmita (*Aglaophenia latirostris*) (Casas Valdez y Hernández Guerrero, 1996); a mayor cobertura de estos epizosos, menor calidad y precio. El sargazo de primera, alcanza en el mercado internacional un valor de entre 1,000 a 1,500 E.U.A. Dlls./ton. Seca; en el mercado nacional el precio que se paga por esta materia prima es inferior a los precios internacionales lo que ha desalentado a muchos productores.

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

Pelo de cochi (*C. canaliculatus*): Esta especie se destina como materia prima para la obtención de carragenanos, exportándose a Estados Unidos, Dinamarca, Japón y Francia. En el mercado Internacional alcanza un costo de Aprox. 850 dólares americanos/ton seca.

Fideo de mar (*G. lemaneiformis*): Especie de alga roja con la pesquería más reciente; la calidad de su agar le han abierto el mercado japonés hacia donde se destina el total de su producción; su costo en el mercado internacional es de Aprox. 1,000 dólares americanos/ton seca.

4.10 Demanda pesquera

Para el sargazo rojo, la capacidad de acarreo por embarcación menor es de 750 kg por viaje; la captura diaria fluctúa entre 500 a 700 kg de algas frescas en el Pacífico, mientras que en el Golfo de California, para el fideo de mar, debido a la cercanía de las zonas de cosecha, cada equipo puede efectuar de dos a tres viajes por día, en el caso de la embarcación mayor empleada para la cosecha del sargazo gigante, su capacidad de bodega es de 400 t frescas, realizaba un viaje por día y cinco a seis por semana, ahora en la embarcación menor la capacidad es de 500 a 600 kg y puede realizarse de tres a cuatro viajes por día.

4.11 Grupos de Interés

En el aprovechamiento de las macroalgas participa el sector social a través de cooperativas pesqueras, cuatro empresas privadas, quienes se encargan de su captura y procesamiento; actualmente sólo una de las empresas (Agarmex S.A. de C.V.) conserva la concesión de *Gelidium robustum*, los demás usuarios aprovechan el recurso por medio de permisos.

4.12 Estado actual de la pesquería

Sargazo gigante (*M. pyrifera*): Aunque el promedio de la cosecha histórica fue de 25,000 toneladas frescas, durante los años que operó la empresa Productos del Pacífico con su barco "El Sargacero", esa cosecha corresponde sólo a la parte Norte de su distribución. Para todo el rango de distribución de *M. pyrifera* en la península de Baja California, se estima una biomasa cosechable que fluctúa entre 60,000 a 80,000 t

frescas por año; sin embargo pueden ocurrir variaciones interanuales y la biomasa disponible puede disminuir drásticamente con eventos como “El Niño” (Guzmán del Proó, *et al.*, 1986; Casas-Valdez, *et al.*, 1985; Hernández-Carmona *et al.*, 1991). Con una cosecha actual menor a las 1,000 toneladas frescas por año, este recurso se puede considerar en estatus de subutilizado; sin embargo durante 2012, se han solicitado permisos de aprovechamiento que abarcan todos los mantos del Estado de Baja California, de aprobarse dichos permisos, el potencial de aprovechamiento estaría restringido sólo a los recursos de Baja California Sur.

Sargazo rojo (*G. robustum*): De este recurso no existen evaluaciones de la biomasa disponible en su zonas de distribución y cosecha, sin embargo si consideramos los datos de cosecha históricos y bajo una estimación conservadora podría considerarse una disponibilidad de *G. robustum* alrededor de 1,000 t de algas secas anuales; se considera que no ha habido disminución de los mantos algales sino más bien a habido disminución del esfuerzo pesquero (Hernández-Guerrero, *et al.*, 1999). Este recurso puede considerarse en condición estable de aprovechamiento.

Pelo de cochi (*C. canaliculatus*): Evaluaciones de los mantos accesibles por tierra, realizadas por Ballesteros-Grijalva y García-Lepe (1993), estimaron que la biomasa disponible de este recurso, puede ser de 625 toneladas secas anuales. Con cosechas actuales inferiores a las 300 t secas se encuentra en estatus de subaprovechamiento; sin embargo, a partir de 2011 se incorpora a esta actividad un nuevo permisionario lo que sin duda incrementará la presión sobre este recurso.

Fideo de mar (*G. lemaneiformis*): se desarrolla y cosecha en la parte central del Golfo de California, principalmente en las aguas influenciadas por el Canal de Ballenas, presenta una alta variabilidad estacional en la disponibilidad de biomasa; para esta especie se ha estimado un potencial cercano a las 5,000 t anuales, aunque puede haber variaciones de un año a otro (Pacheco-Ruíz *et al.*, 1999). Este recurso se encuentra en estatus de subaprovechamiento, debido principalmente a dos factores, la alta variabilidad interanual de biomasa y problemas de mercado.

5. Objetivos del plan de manejo

El Plan proporcionará elementos de información y análisis para la definición de programas de ordenamiento y normalización para el aprovechamiento responsable de las macroalgas comerciales en la península de Baja California, contribuyendo a un mejor conocimiento de los recursos potenciales y promover su explotación, transformación y comercialización. Los resultados de los estudios permitirán fortalecer el sustento de éstas y otras regulaciones aplicables a la pesquería.

5.1. Conservar la biomasa del recurso

Conservar la biomasa de los recursos en niveles sustentables, controlando el esfuerzo pesquero que puede ser aplicado por la pesquería. Esto incluye la cantidad de equipo que puede emplearse, así como rotación de mantos en aprovechamiento.

Objetivos particulares

- Determinar la biomasa disponible de las principales macroalgas comerciales.
- Determinar otras especies, áreas y volúmenes potenciales de aprovechamiento.
- Establecer el método de cosecha más adecuado y desarrollar alternativas tecnológicas para su cosecha.
- Definir régimen de pesca (permiso o concesión) y cuotas de captura.

5.2. Conservar la rentabilidad económica y promover beneficios económicos para los productores

Promover el aprovechamiento integral de macroalgas, fortalecer su comercialización y diversificación de productos.

Objetivos particulares

- Fortalecer la cadena productiva.
- Desarrollar alternativas tecnológicas para el procesamiento de macroalgas con mayor valor agregado.
- Promover el acceso a nuevos mercados y mejores precios.

5.3. Reducir interacciones ambientales

Minimizar los impactos ambientales en otros recursos no objetivo.

Objetivos particulares

- Evitar la destrucción del hábitat en las operaciones de cosecha, capacitando a los pescadores y buzos.
- Evitar afectar otras especies de organismos marinos asociados (vegetales o animales).

5.4. Promover beneficios económicos para la sociedad

Conservar los beneficios económicos de la pesquería, para contribuir a los costos reales del manejo, la investigación pesquera, inspección y vigilancia. Asegurar que la pesquería continúe proveyendo empleo y beneficios económicos para las comunidades pesqueras.

Objetivos particulares

- Determinar los costos reales del manejo, la investigación pesquera, inspección y vigilancia de la pesquería.
- Distribuir los costos de manejo e investigación, entre los participantes de la pesquería.

5.5. Asegurar la calidad de los productos pesqueros

Asegurar que los productos pesqueros cumplan los estándares de calidad e higiene para los mercados doméstico e internacional.

Objetivos particulares

- Promover las buenas prácticas de cosecha, manejo a bordo y en la industrialización.
- Fomentar la creación de redes de infraestructura para el adecuado desembarco, procesamiento y transportación de la producción.

6. Medidas y estrategias de manejo**6.1. Instrumentos de manejo existentes**

En términos de la LGPAS se otorgan concesiones y permisos de pesca comercial para la extracción de especies de macroalgas. El esquema de concesión se mantiene sólo para el caso del sargazo rojo, para los otros recursos se tienen los permisos de pesca comercial donde se establece la zona de cosecha, equipos y métodos de cosecha autorizados, así como sitio de desembarque, en ningún caso hay épocas de veda establecidas. Su aprovechamiento es regulado básicamente por la disponibilidad natural del recurso y las condiciones ambientales ya que su biomasa varía estacionalmente.

La Carta Nacional Pesquera es el instrumento que establece las especies de organismos marinos sujetas a extracción comercial. Este instrumento se integra por fichas técnicas por recursos que contienen el listado de las especies biológicas en explotación, estadísticas de captura, así como los lineamientos para su aprovechamiento en términos al estado de salud de los recursos pesqueros. El 24 de agosto de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera y se incluye una ficha específica de macroalgas y otra de sargazo gigante (<http://www.inapesca.gob.mx/portal/publicaciones/carta-nacional-pesquera>).

6.2. Indicadores y puntos de referencia

Cada uno de los recursos que se explotan tienen una problemática diferente. Todos son recursos renovables que crecen en zonas de surgencia donde hay una gran productividad lo que en condiciones normales las biomásas de las praderas naturales son suficientes para su aprovechamiento comercial ya que con las técnicas de cosecha actuales, hay una recuperación muy rápida del recurso. Por otra parte, son muy vulnerables a las condiciones ambientales adversas como el fenómeno de “El Niño” donde se presentan altas temperaturas acompañadas por aguas deficientes en nutrientes, esto provoca una disminución y en algunos casos de acuerdo a la intensidad del fenómeno la desaparición en muchas zonas de los recursos algales, principalmente el sargazo gigante.

En muchos de los casos se desconoce la dinámica poblacional de las diferentes macroalgas, además de desconocerse las estrategias naturales de repoblamiento después de la desaparición provocada por el fenómeno “El Niño”, las cuales pueden ser muy tardadas de acuerdo a la intensidad del fenómeno.

Para el sargazo gigante, desde el inicio de su pesquería se observa un incremento con pequeñas fluctuaciones anuales, hasta alcanzar un máximo de 41,000 t en las temporadas de 1976 y 1977; en esta series históricas se registran disminuciones drásticas como la ocurrida en 1983 y 1998, las cuales están relacionadas al efecto del fenómeno “El Niño”, posterior a estos eventos en un lapso de tiempo variable de acuerdo a la intensidad del evento, las cosechas regresan a niveles de producción elevados. La disminución drástica que se observa en las estadísticas posteriores al 2004, se debe al cese de las operaciones de cosecha mecanizada y entrada en operación de la cosecha artesanal de este recurso, la cual es inferior en dos órdenes de magnitud. De continuar la cosecha bajo este nuevo esquema de pesca artesanal el recurso *M. pyrifera* estará sin lugar a dudas aprovechándose de manera sustentable.

En el caso del sargazo rojo, se observa incremento de las cosechas en su etapa inicial de registros, en el periodo de cosechas más reciente (de 1992-2002) se observa estabilidad en las estadísticas de cosecha, muchas de las fluctuaciones que se observan en las estadísticas de este recurso, se deben a la disminución del esfuerzo pesquero motivado entre otras cosas por las fluctuaciones del precio del producto (Hernández-Guerrero y Casas-Valdez, 1999), las estadísticas de este recurso, fluctúan alrededor de las 1,000 toneladas secas anuales, tendencia que se ha mantenido por cerca de 20 años, esto nos lleva a considerar que este recurso se encuentra en niveles de sustentabilidad óptimos.

Para el pelo de cochi se sabe que el bajo nivel de producción actual se debe a la falta de mercado y no por la disminución de los bancos algales; se considera que este recurso está subaprovechado.

El "fideo de mar" presenta altas fluctuaciones anuales en la disponibilidad, debido principalmente a las condiciones ambientales extremas que prevalecen en el Golfo de California, las capturas actuales, se encuentran muy por debajo del potencial estimado para esta especie en la zona de cosecha (Pacheco-Ruíz *et al.*, 1999); el esfuerzo pesquero sobre este recurso es bajo debido a la falta de mercado se considera que este recurso está subaprovechado.

Se cuentan con algunos indicadores y puntos de referencia útiles para la definición de medidas de control, tales como:

Indicador	Punto de referencia
Captura total: las capturas de los diferentes recursos se encuentran en condiciones estables	Cuando la captura anual de alguna especie está dentro del rango de los últimos 5 años
Enfermedades, contaminantes u otros indicios	Cuando se descarguen cantidades importantes de ejemplares enfermos o con una clara alteración física, o Cuando se presente un evento contaminante con riesgos para la abundancia de las especies, el hábitat o la salud humana, o Cuando se observe disminución del número de mantos, o Cuando se observe una disminución sostenida de la abundancia Cuando se observe desplazamiento de especies

6.3. Análisis de otras opciones de manejo

La actividad de cosecha de los diferentes recursos algales no tiene épocas de veda por lo que la pesquería está condicionada sólo por la abundancia natural de las macroalgas, la cual varía estacionalmente y es dependiente de las condiciones ambientales imperantes.

En el caso de las pesquerías del Pacífico de B.C., las diferentes especies *M. pyrifera*, *G. robustum* y *C. canaliculatus*, cada recurso es independiente uno de otro; en cada uno la cosecha se lleva a cabo durante todo el año, siempre y cuando las condiciones meteorológicas sean propicias; en todos los casos las cosechas mayores se logran durante el verano.

En el Golfo de California *G. lemaneiformis* debido a la alta variabilidad de biomasa de esta especie, se cosecha principalmente durante primavera y principios del verano, ya que prácticamente desaparece por las altas temperaturas que imperan en el Golfo de California.

El impacto de cosechar sobre comunidades de macroalgas, no es muy diferente al efecto ocasionado por disturbios físicos o biológicos. Ambas remueven la biomasa de las especies objetivo y modifican la abundancia y distribución de flora y fauna asociada. Entonces, el impacto ecológico de la cosecha dependerá de la distribución espacial del recurso cosechado, la estacionalidad, la intensidad de cosecha y la relación entre los métodos de cosecha, así como la posición en la planta de las estructuras reproductivas (Vázquez, J., 1995).

A pesar de que no hay un seguimiento del número de mantos y biomasa para cada especie que se aprovecha en las costas de Baja California los métodos que tradicionalmente se emplean para las diferentes macroalgas, parece que no ocasionan efectos adversos sobre la abundancia en las praderas (Barilotti, *et al.*, 1985, McCleneghan y Houk, 1985); a pesar de ello, es recomendable realizar evaluaciones de biomasa y para todos los casos rotar zonas de cosecha para favorecer la regeneración de las praderas de macroalgas (Barilotti y Zertuche-González, 1990).

El propósito es no poner en riesgo la sustentabilidad del recurso sometido a cosecha; como se mencionó antes, aunque pueden hacerse algunas generalizaciones cada recurso debe manejarse en forma independiente.

En especies de algas pardas:

- Sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*): Para este recurso es recomendable la recolección tipo poda la cual ha probado no causar daños ecológicos en el recurso (Barilotti y Zertuche-González 1990). Es recomendable efectuar la cosecha sobre poblaciones de plantas maduras y cortar sólo la porción superior de las plantas (1.2 m desde la superficie). En lo posible evitar el desprendimiento de plantas completas.
- Otras algas pardas como *Egregia*, debido a su posición en el intermareal rocoso, su cosecha sólo es posible sin embarcaciones. Es recomendable que se cosechen sólo ejemplares mayores a 1,5 m y efectuar el corte dejando un mínimo de planta de 50 cm sobre el rizoide.
- Especies de *Laminaria* y *Eisenia*, en estas especies para mantener el potencial reproductivo en la zona, se recomienda que la cosecha incida solamente en organismos adultos y el corte en la planta sea sólo de la fronda respetando el tejido meristemático, en el caso de *Eisenia* el corte debe ser posterior a la bifurcación de la planta y en *Laminaria* se debe dejar cuando menos 5 cm de la lámina. Debido a que esta especie se encuentra en una zona de alta energía es común que la fronda se desprenda por completo, en este caso es recomendable remover los individuos desprovistos de fronda, desprendiendo desde el órgano de fijación, con esto se deja el espacio disponible para el reclutamiento de nuevas plantas.
- *Silvetia* y *Hesperophycus*: debido a su posición en el intermareal superior, estas especies son muy vulnerables; por lo que para asegurar el potencial reproductivo de la especie es recomendable que en cada localidad en que se encuentran, no se coseche más del 60 % del total e igual que en las otras especies de algas pardas, la cosecha sea tipo poda para permitir la regeneración de los organismos cosechados.

Algas rojas intermareales

- **a)** Del Pacífico de Baja California: *Chondracanthus canaliculatus*, *Mastocarpus papillatus* y *Porphyra perforata* entre otras, las praderas de estas especies presentan una variación estacional natural que funciona como una autoveda, sin embargo, en las épocas en que la biomasa permite su cosecha, se recomienda realizar el corte manual, que para este tipo de especies ha probado también que favorece la regeneración de las plantas cosechadas y un mismo manto puede ser cosechado más de una vez por temporada; mediante una rotación adecuada de mantos se puede mantener el potencial reproductivo de estas especies.
- **b)** Del Golfo de California: *Eucheuma uncinatum*, *Chondracanthus squarulosus*: son especies que presentan una alta variación estacional y variación interanual, lo cual ocurre aun sin que sean cosechadas. Cuando las biomásas son suficientes para cosecha, una cosecha manual adecuada puede permitir el aprovechamiento de los mantos hasta en más de una ocasión por temporada.

Algas verdes intermareales

- Otras algas, mediante permisos de fomento deben de recabarse la información básica de distribución, abundancia, estacionalidad, técnicas de cosecha y respuesta del recurso ante la cosecha.

7. Programa de investigación

Es necesario fomentar el desarrollo de proyectos de investigación que cubran las siguientes líneas temáticas:

1. Determinar el estado de la población de macroalgas mediante la evaluación de sus principales parámetros poblacionales (abundancia, reproducción, índice de reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural).
2. Conocer los factores ambientales más importantes que determinan las variaciones en los parámetros poblacionales de las diferentes especies en explotación.
3. Evaluar el efecto de El Niño Oscilación del Sur (ENOS), en diferentes parámetros poblacionales antes, durante y después del fenómeno, con la finalidad de conocer la capacidad de recuperación de la población después del evento climático.
4. Promover las mejores prácticas disponibles, para la captura, manejo y proceso de los recursos algales para consumo humano, así como desarrollar y/o implementar tecnologías para dar mayor valor agregado a los productos de esta pesquería, como la industrialización para la obtención de productos medicinales, alimenticios, harinas o la producción nacional de ficoloides como alginatos y carragenanos.
5. Promover la diversificación de especies a explotar en el marco de un aprovechamiento sustentable, para su aplicación en productos con mayor valor agregado.

6. Con el propósito de no afectar el entorno ecológico de los bosques de macroalgas, es necesario que se realicen estudios tendientes a conocer la fauna asociada a los diferentes recursos en explotación, con la finalidad de determinar las épocas de mayor incidencia de especies de interés comercial y poder aplicar medidas de control.
7. Conocer las especies introducidas e invasoras, contemplando su detección, impacto en el ecosistema y viabilidad de erradicación, como los casos de las macroalgas *Sargassum muticum* que actualmente es considerada una plaga en muchos países y de *Undaria pinnatifida* en la Isla Todos Santos, B.C. (Aguilar-Rosas y Aguilar-Rosas, 2003).

8. Implementación del Plan de Manejo

La elaboración y publicación de este Plan de Manejo Pesquero le corresponde al INAPESCA; la sanción previa a su publicación a la CONAPESCA, con base en las atribuciones que para ambas dependencias establece la LGPAS. Asimismo, a la CONAPESCA corresponde atender las recomendaciones del Plan de Manejo Pesquero, dentro de la política pesquera, a través de los instrumentos regulatorios correspondientes.

9. Revisión, seguimiento y actualización del Plan de Manejo

Le corresponderá al Comité de Manejo de la Pesquería darle seguimiento y determinar la temporalidad mínima con la que debe revisarse el Plan de Manejo y, en su caso, proponer las modificaciones correspondientes para así mantenerlo actualizado. Se recomienda que este Plan de Manejo se actualice cada tres años.

10. Programa de inspección y vigilancia

De conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, será la CONAPESCA la responsable para verificar y comprobar el cumplimiento del presente Plan de Manejo, así como de las disposiciones reglamentarias de la Ley, las normas oficiales que de ella deriven, por conducto de personal debidamente autorizado, y con la participación de la Secretaría de Marina en los casos que corresponda.

11. Programa de capacitación

El Comité de Manejo de la Pesquería, identificará y analizará las necesidades de capacitación en los niveles: pescadores, empresarios y vigilancia. Se elaborará un programa específico para cada uno de estos grupos y la implementación dependerá de los recursos de que se disponga y será operado a través de la Red Nacional de Investigación e Información en Pesca y Acuicultura (RNIIPA) y su Centro Nacional de Capacitación en Pesca y Acuicultura Sustentables del INAPESCA.

12. Costos de manejo

Los costos de manejo implican de manera simple, los relacionados con la administración y regulación pesquera por parte de la CONAPESCA, los relativos a la inspección y vigilancia establecida tanto por el sector federal como los estatales, y los costos relativos a la operación de los programas de investigación que sustentan las recomendaciones técnicas de manejo.

Se deberán prever e identificar las posibles fuentes de financiamiento federal, estatal, social o privado, para sufragar los costos inherentes a la operación, seguimiento y evaluación del presente Plan de Manejo Pesquero.

13. Glosario

Agar: Polisacárido obtenido de la pared celular de varias especies de algas marinas de los géneros *Gelidium* y *Gracilaria*. Su uso principal es como medio de cultivo en microbiología, aunque también se utiliza como laxante, espesante para sopas, gelatinas vegetales, helados y algunos postres.

Agarofitas: Algas rojas de las cuales se extrae el polisacárido conocido como agar

Alginato: Polisacárido que se obtiene de algas pardas. Está formado por dos tipos de monosacáridos, los dos con un grupo ácido, el ácido gulurónico y el ácido manurónico. Tiene usos comerciales.

Alginofitas: Algas pardas de las cuales se extrae el polisacárido conocido como alginato.

Arribazón: Acumulaciones de algas marinas en la orilla de las playas, arrojadas por el mar tras desprenderse de forma natural del sustrato rocoso o arenoso.

Bentónicos: Organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él.

Biomasa: Materia total de los organismos vegetales o animales que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

Canopia: Capas de follaje por encima del fondo del océano, siendo las algas *Macrocystis* y *Egregia* los principales productores.

Carragenano: Es una mezcla de varios polisacáridos que se encuentra relleno los huecos de celulosa de las paredes celulares de varias familias de algas rojas.

Carragenofitas: Algas rojas que contienen dentro de su pared celular una mezcla de polisacáridos conocida como carragenanos. *Chondracanthus canaliculatus* es un ejemplo de carragenofita.

Cistocarpos: Órgano reproductor de forma esferoidal presente en los gametofitos femeninos, en cuyo interior se desarrolla la fase de carposporio exclusiva de las algas rojas.

Espermatangios: Lugar donde se forman los espermacios.

Esporofito: Fase diploide multicelular, la cual produce por meiosis esporas haploides (meiosporas), de cuyo desarrollo derivan individuos haploides, llamados gametófitos.

Estipe: Estructura de soporte que puede comportarse como un tallo, siendo parte del talo de algas marinas.

Fauna asociada: Conjunto de animales relacionados a los mantos algales.

Fenómeno "EL NIÑO" (ENOS): Es un cambio significativo de las condiciones climáticas y oceanográficas que se produce en el Océano Pacífico Ecuatorial. Durante dicho fenómeno, el mar que normalmente está frío, es invadido por aguas cálidas lo que afecta en forma considerable las especies animales y vegetales de las zonas templadas.

Ficocoloides: Polisacáridos que se obtienen de algas marinas, con propiedades emulsificantes y de gelificación (ej. alginatos, agar y carragenanos).

Fitoplancton: Conjunto de organismos fotosintéticos microscópicos que se encuentran en la columna de agua.

Gametofito: Fase de la planta que lleva un juego de cromosomas (haploide) y produce huevos y espermatozoides (gametos). La fusión de los gametos masculinos y femeninos produce el cigoto.

Gonimoblasto: Filamento producido por el carpogonio fecundado de *Rhodophyta* y que dará lugar a los carposporangios.

Háptera: O rizoide, estructura de fijación con forma de dedos que adhieren a las algas al sustrato.

Macroalgas: Conjunto de organismos autótrofos, muy variable, heterogéneo y complejo; con fotosíntesis similar a las plantas terrestres, con niveles de organización y morfologías equivalentes, como respuestas adaptativas convergentes a los distintos ambientes compartidos durante su historia. Dentro las macroalgas se agrupan unas 10,000 especies pertenecientes a 4 grupos: cianofitas (algas verde-azules), rodofitas (algas rojas), feofitas (algas pardas) y clorofitas (algas verdes).

Microalgas: Organismo unicelular o pluricelular cuyas células realizan todas las funciones vitales de forma independiente mediante la fotosíntesis. Un tipo de microalgas son las cianofíceas o algas verde-azuladas.

Pericarpo: Parte del fruto que rodea a la semilla, generalmente se compone de tres capas: epicarpo, mesocarpo y endocarpo, de afuera hacia adentro, respectivamente.

Plancton: Se le llama así al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en la columna de agua salada o dulce.

Pastos Marinos: Plantas que se encuentran en suelos someros, presentan flores, hojas, rizoma y un sistema de raíces. La mayoría de sus especies se ubican en suelo suave y se distribuyen en manchones amplios y densos debajo de la superficie del agua.

Sargazo: Nombre común que se le asigna a las algas marinas en general.

Surgencia: Fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua fría rica en nutrientes del fondo hacia la superficie.

Tejido meristemático: Son tejidos embrionarios capaces de diferenciarse; es decir, se multiplican activamente para formar los tejidos adultos diferenciados (crecimiento y especialización) y a su vez originan nuevas células meristemáticas. Los meristemas permiten que se produzca el crecimiento de las plantas en sentido longitudinal y diametral.

14. Referencias

Abbott, IA (1980). Season population biology of some carragenophytes and agarophytes. In: IA. Abbott, M.S. Foster and L.F. Eklund (eds.), Pacific Seaweed Aquaculture, Proc. Of Sy. and Aq., pp. 45-53.

Aguilar-Rosas, L.E., Aguilar-Rosas, R., Pacheco-Ruiz, I., Bórquez-Garcés, E., Aguilar-Rosas M.A., y Urbieto-González, E. (1982). Algas de importancia económica de la región noroccidental de Baja California, México. Ciencias Marinas, 8(1): 49-63.

Aguilar-Rosas, L.E. y R. Aguilar-Rosas. 2003. El género *Porphyra* (Bangiaceae, Rhodophyta) en la costa del Pacífico de México. II. *Porphyra thuretii* Setchell Et Dawson. Hidrobiológica. 13(2):159-164.

Anuario Estadístico de Pesca (1990-2002). CONAPESCA. SAGARPA.

Anuario Estadístico de Pesca. 2003. CONAPESCA. SAGARPA.

Anuario Estadístico de Pesca (2007-2009). CONAPESCA. SAGARPA.

Arellano Carvajal, F., Pacheco-Ruiz, I. y F. Correa-Díaz. 1999. Variación estacional del rendimiento y calidad de agar de *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) Dawson, Acleto et Foldvik, del Golfo de California, México. Ciencias Marinas, Vol. 25 N. 1 pp. 51-62.

Ballesteros-Grijalva, G. 1992. Ecología de *Gigartina canaliculata* (Harvey) en Baja California, México. Tesis de Maestría en Oceanografía Costera, Facultad de Ciencias Marinas UABC. 54 pp.

Ballesteros, G. y G. García-Lepe. 1993. Distribución y abundancia de *Gigartina canaliculata*, Harvey, en Baja California, México. Ciencias Marinas.

Barilotti, D.C., R.H. McPeack and P.K. Dayton. 1985. Experimental studies on the effects of commercial kelp harvesting in central and southern California *Macrocystis pyrifera* Kelp beds. California Fish. Game. 71:4-20.

Barilotti, D.C. and J.A. Zertuche-González. 1990. Ecological effects of seaweed harvesting in the Gulf of California and Pacific Ocean off Baja California and California. Hidrobiologia 204/205: 35-40.

Brinkhuis, H.B. 1985. Growth patterns and rates. In Littler M.M. and D.S. Littler (ed.), Handbook of Phycological Methods: Ecological Field Methods: Macroalgae, pp. 461-77. Cambridge University Press, Cambridge.

Casas-Valdez, M., Hernández-Carmona, G., Torres-Villegas, R. e I. Sánchez-Rodríguez. 1985. Evaluación de mantos de *Macrocystis pyrifera* "Sargazo Gigante" en la Península de Baja California (Verano de 1982). Inv. Mar. CICIMAR. 2(1):1-17.

Casas-Valdez y C. J. Hernández-Guerrero 1996. Pesquería de *Gelidium robustum*, en: Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.).

Casas-Valdez, Ma. M. y C. Fajardo-León. 1990. Análisis preliminar de la explotación de *Gelidium robustum* (Gardner) Hollenberg y Abbott en Baja California Sur, México. Investigaciones Marinas CICIMAR 5 (1): 83-86.

Casas-Valdez, M.M. 2001. Efecto de la variabilidad climática sobre la abundancia de *Macrocystis pyrifera* y *Gelidium robustum* en México. Tesis de doctorado. Universidad de Colima. 133 pp.

DeWreede, R. y L.G. Green, 1990. Patterns of gametophyte dominance of *Iridaea splendens* (Rhodophyta) in Vancouver Harbour, Vancouver, British Columbia, Canada. J. Appl. Phycol. 2: 27-34.

García-Lepe M.G. 1995. Estrategias de permanencia y estudios poblacionales del alga roja *Gigartina canaliculata* (Harvey) en Baja California, México. Tesis de Maestría en Oceanografía Costera, Facultad de Ciencias Marinas UABC. 38 pp.

Gerard, V.A. 1984. Physiological effects of El Niño on giant kelp in southern California. Marine Biology Letters 5: 317-322.

Guzmán Del Próo, S.A., S. De la Campa de Guzmán y J.L. Granados-Gallegos, 1971. El sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) y su explotación en Baja California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 32 pp 15-49.

Guzmán Del Próo, S.A., Casas Valdez, M., Díaz Carrillo, A., Díaz López, M.L., Pineda Barrera, J. y M. E. Sánchez Rodríguez. 1986. Un diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas de México. En: Reunión Nacional sobre Investigación Científico Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca.

Hernández Carmona, G., Rodríguez-Montesinos, Y.E., Casas-Valdez, M.M., Vilchis, M.A. e I. Sánchez-Rodríguez. 1991. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. III Verano 1986 y variación estacional. Ciencias Marinas. 17(4):121-145.

Hernández-Carmona, G. 2000. El alga gigante *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh en Baja California Sur México: Ecología y su aprovechamiento para la producción de alginatos. Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México.

Hernández Carmona, G., Rodríguez-Montesinos, Y., Casas-Valdez, M., Vilchis, M. y Sánchez-Rodríguez, I., 1991. Evaluation of the beds of *Macrocystis pyrifera* in the Baja California Península, México III. Summer 1986 and seasonal variation. Ciencias Marinas. 17 pp. 121-145.

Hernández-Garibay, E., Guardado-Puentes, J., Bautista-Alcántar, J. y R. Reyes-Tiznado. 2006. Capítulo Macroalgas. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y Manejo. Instituto Nacional de la Pesca. 534 p.

Hernández Guerrero, C.J., M.M. Casas Valdez & S. Ortega García (1999). Cosecha comercial del alga roja *Gelidium robustum* en Baja California Sur, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 34(1): 91-97.

IPCC, 2007. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Disponible en: www.ipcc.ch

Ladah, L., Zertuche-González, J. y G. Hernández-Carmona. 1999. Giant Kelp (*Macrocystis pyrifera*, *Phaeophyceae*) recruitment nears its southern limit in Baja California after mass disappearance during ENSO 1997-1998. Journal of Phycology, 35 pp. 155-162.

Lobban, C.S., Harrison, P.J.: Seaweed Ecology and Physiology. - Cambridge University Press, Cambridge-New York-Oakleigh 1994. 366 pp.

López-Carrillo, M. 1990. Fenología reproductiva de *Gigartina canaliculata* (Harvey) (*Gigartinales*, *Rhodophyta*), durante un ciclo anual en el Ejido Eréndira y Poptla, Baja California, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas UABC. 45 pp.

McCarthy-Ramirez, R.G., 1988. Crecimiento de *Gigartina canaliculata* Harvey, en dos artes de cultivo, en la region de San Quintin. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, B.C. Mexico. 33 pp.

McCleneghan, K.H. and J.L. Houk. 1985. The effects of canopy removal on holdfast growth in *Macrocystis pyrifera* (*Phaeophyta*, Laminariales). Calif. Fish. Game 71: 21-27.

Molina-Martínez, J. 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. Pp. 16-39. En: Contribuciones biológicas y tecnológico-pesqueras. Documento Técnico Informativo N. 3. Secretaría de Pesca, INP, CRIP, Ensenada Baja California. 110 pp.

Murray, S.N. y M.H. Horn, 1989. Seasonal dynamics of *macrophyte* populations from an Eastern North Pacific rocky intertidal habitat. Botánica Marina. 32:457-473.

North, W., 1971. Introduction and background. In: North, W. Ed. The Biology of Giant Kelp Beds (*Macrocystis*) in California. J. Creamer, Leher, pp. 1-97.

North, W. y R. Zimmerman. 1984. Influences of macronutrients and water temperatures on summer-time survival of *Macrocystis canopies*. Hydrobiologia 116/117 pp. 419-424.

North, W., Jackson, G. y S. Manley. 1986. *Macrocystis* and its environment, knowns and unknowns. Aquatic Bot. 26 pp. 9-26.

Pacheco-Ruíz I y J.A. Zertuche-González. 1996. The commercially valuable seaweeds of the Gulf of California. Botánica Marina 39: 201-206.

Pacheco-Ruíz, I., Zertuche-González, J.A., Correa-Díaz, F., Arellano-Carvajal, F. y A. Chee-Barragán, 1999. *Gracilariopsis lemaneiformis* beds along the west coast of the Gulf of California, México. Hydrobiología 398/399 (Dev. Hydrobiol. 137): 509-514 pp.

Pacheco Ruíz, I., Zertuche-González, J.A., Bustos-Barrera, M. y E. Arroyo-Ortega. 2001. Reclutamiento in situ y fertilidad de fases nucleares de *Gelidium robustum* (RHODOPHYTA). Ciencias Marinas. 27(1): 35-46.

Pineda-Barrera, J. 1974. La cosecha de algas comerciales en Baja California. III. Pelo de cochi. Inst. Nal. de la Pesca, Serie de Divulgación, 6: 11-14.

Vázquez, J.A., 1995. Ecological effects of brown seaweed harvesting. Botánica Marina Vol. 38, pp. 251-257.

Zertuche-González, J.A. 1993. Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en México. In Zertuche-González JA (ed), Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en América Latina y el Caribe. FAO. México: 33-37.

Zertuche-González, J.A., Pacheco-Ruíz, I. y J. González-González. 1995. Macroalgas. En: W. Ficher, F. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (eds.), Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental, Vol. 1, Plantas e Invertebrados, FAO. Roma.