

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* y erizo morado *Strongylocentrotus purpuratus* en la Península de 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.

ENRIQUE MARTINEZ Y MARTINEZ, 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 Acuicultura 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 Acuicultura 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 Acuicultura 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 PESQUERO DE ERIZO ROJO *Strongylocentrotus franciscanus* Y ERIZO MORADO *Strongylocentrotus purpuratus* EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

ARTICULO UNICO.- El presente Acuerdo tiene por objeto dar a conocer el Plan de Manejo Pesquero de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* y erizo morado *Strongylocentrotus purpuratus* en la Península de Baja California, México, en el cual se propone una estrategia de manejo, que proporciona elementos de información y análisis para la definición del programa de ordenamiento y normalización, necesario para inducir la recuperación del erizo rojo y garantizar el aprovechamiento responsable del erizo morado en la Península de Baja California.

TRANSITORIO

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

México, D.F., a 4 de diciembre de 2012.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **Enrique Martínez y Martínez.**- Rúbrica.

PLAN DE MANEJO PESQUERO DE ERIZO ROJO *Strongylocentrotus franciscanus* Y ERIZO MORADO *Strongylocentrotus purpuratus* EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

INDICE:

1. Resumen Ejecutivo
2. Marco Jurídico
3. Ambitos de aplicación del Plan de Manejo
 - 3.1. Ambito biológico
 - 3.2. Ambito geográfico
 - 3.3. Ambito ecológico
 - 3.4. Ambito socioeconómico
4. Diagnóstico 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 y el reclutamiento del recurso
 - 5.2. Conservar la rentabilidad económica y promover beneficios económicos para la sociedad
 - 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
 - 7.1. Investigación científica
 - 7.2. Investigación tecnológica
 - 7.3. Investigación socioeconómica
8. Implementación del Plan de Manejo
 - 8.1. Comité de Manejo del Recurso
9. Revisión, seguimiento y actualización del Plan de Manejo
10. Programa de inspección y vigilancia
11. Programa de capacitación
12. Costos y financiamiento de manejo del Plan de Manejo
13. Glosario
14. Referencias

1. Resumen Ejecutivo

La pesca de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* se inició a nivel comercial en 1972 en el Estado de Baja California con una captura máxima reportada en 1986 de 8,500 t de peso vivo, disminuyendo alrededor de las 3,000 t en los últimos años. En Baja California Sur sólo se ha registrado captura de erizo rojo, en la Isla Natividad, con baja extracción de 2003 a 2007, no se ha capturado en los últimos cuatro años y los pescadores de la localidad han reportado mortalidades de erizo por causas desconocidas. La extracción del erizo morado, *Strongylocentrotus purpuratus* era baja, ya que presenta menor calidad de gónada que la del erizo rojo y lo hace menos atractivo para el pescador, sin embargo se ha observado un incremento de su población en los últimos 20 años, ocupando el nicho ecológico del erizo rojo. Desde la perspectiva del aspecto ecológico, la relación entre los erizos rojo y morado es muy importante para la estabilidad de la comunidad que habita los mantos de alga café, *Macrocystis pyrifera*, los cuales están conformados por especies de importancia comercial como la langosta roja *Panulirus interruptus*, abulones *Haliotis* spp, caracoles *Megastrea undosa* y *M. turbanica*, pepino de mar *Parastichopus parvimensis* y muchas otras especies de peces. El Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) propone estrategias de manejo con enfoque precautorio para el erizo rojo; como no otorgar nuevos permisos de pesca, cancelar los permisos de pesca no ejercidos. Verificar periódicamente el esfuerzo de pesca autorizado. Recomendaciones como: establecer refugios

pesqueros con el consenso de los productores en sus áreas de operación, con objeto de incrementar el reclutamiento de erizo rojo. Prohibir el buceo nocturno, para evitar la pesca ilegal. Revisar el cumplimiento de los permisionarios y concesionarios en relación al cumplimiento de las normas establecidas y fomentar la pesca responsable. Estimular a los permisionarios responsables otorgándoles concesiones para asegurar la conservación del recurso y mayor seguridad jurídica. Y se proponen puntos de referencia para asegurar que la pesquería de erizo rojo sea sustentable. Para *S. purpuratus* incrementar el número de equipos de pesca; sólo para aquellos productores autorizados en captura de *S. franciscanus* y en sus mismas áreas de captura y adoptar una cuota proporcional para ambas especies, para propiciar el ordenamiento de las actividades de extracción de estas dos especies de erizo y mantener densidades bajas de erizo morado para evitar la desaparición de los mantos de algas. Con todas estas estrategias se puede propiciar una pesca sustentable de erizo rojo y erizo morado, preservando el empleo y la generación de divisas, así como minimizar la posibilidad del riesgo de la degradación del hábitat (mantos de macroalgas), que brinda muchos beneficios económicos y ecológicos en la Península de Baja California.

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 alimentaria 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.

Para inducir un aprovechamiento de las poblaciones de erizo rojo en aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico de la Costa Oeste de Baja California se cuenta con la Norma Oficial Mexicana NOM-007-PESC-1993.

3. Ambitos de aplicación del Plan de Manejo

3.1. Ambito biológico

La ubicación taxonómica de los erizos rojo y morado es:

Phylum *Echinodermata*

Subphylum *Eleutherozoa*

Clase *Echinoidea* Clase

Familia *Strongylotridae*

Género *Strongylocentrotus*

Especie *franciscanus* (erizo rojo)

purpuratus (erizo morado)

El erizo es un organismo dioico, con fecundación externa y que no presenta dimorfismo sexual. Su aparato reproductor está constituido por cinco gónadas unidas por mesenterios en la parte interna de su caparazón. La época de desove del erizo rojo en Baja California, ocurre de febrero a mayo y la talla de primera madurez se alcanza entre 50 y 55 mm de diámetro de caparazón (Ruiz López *et al.*, 1987; Urías-González, 1994) y para el erizo morado la época de reproducción reportada es de septiembre a enero con una talla de 40 mm (Sonnenholzner, 2011). La boca del erizo está en la parte inferior del caparazón; es decir pegada al sustrato, está constituida por una estructura llamada linterna de Aristóteles con cinco dientes y rodeada de una membrana, que es la parte más vulnerable del erizo. El ano y los gonoductos se encuentran en la parte superior del caparazón (Fig. 1).

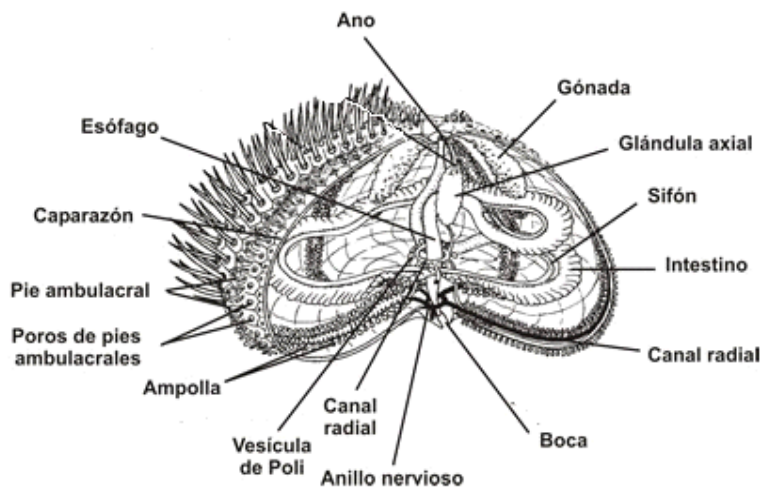


Figura. 1. Anatomía del erizo de mar.

Los erizos marinos al igual que un gran número de invertebrados marinos producen larvas planctónicas durante su ciclo de vida. El erizo rojo es una de las especies de mayor tamaño en el mundo, con una talla máxima de 19 cm de diámetro de caparazón (Bureau, 1996), con un crecimiento continuo durante toda su vida; puede llegar a vivir hasta 100 años (Ebert y Southon, 2003), sin que se reduzca la capacidad reproductiva en los individuos más longevos (Ebert, 2008). Varios factores pueden afectar su tasa de crecimiento y su tamaño máximo, entre los más importantes están la disponibilidad y valor nutricional de las algas de las que se alimenta, la competencia por espacio y alimento, así como factores ambientales físico-químicos (Leighton, 1971; Baker, 1973). El erizo morado se ha reportado tallas máximas de 75 mm de diámetro de caparazón en muestreos de campo del personal del CRIP Ensenada.

El crecimiento del erizo morado se ha reportado en posas de marea de bajamar a 25 km al norte de Ensenada, con una tasa promedio de 0.83 mm al mes y con un rango de 0.14 a 2.07 mm al mes, observándose un crecimiento rápido en abril y mayo para los erizos adultos y en abril a junio para los erizos juveniles (Sonnenholzner, 2011).

De acuerdo a experimentos de laboratorio, Cameron y Schroeter (1980) concluyen que la larva de los erizos *S. franciscanus* y *S. purpuratus* se pueden asentar en cualquier sustrato disponible, cuando es inminente iniciar su metamorfosis y mencionan que la mortalidad post-asentamiento es el elemento más importante en el proceso de reclutamiento a la población.

El régimen alimenticio del erizo rojo es herbívoro, consume todo tipo de algas, pero muestra preferencia por *Macrocystis pyrifera*, razón por la cual se encuentra asociado a sus mantos (Tegner y Dayton, 1981). En cambio el erizo morado puede alimentarse de una gran variedad de algas.

El reclutamiento de *S. franciscanus* es muy variable y depende de las condiciones oceanográficas de la zona, como son los patrones de corrientes, surgencias y giros costeros (Botsford, 2001; Wing *et al.*, 2003). En el Estado de California, principalmente en el norte, se ha observado un mayor asentamiento de erizo en los periodos de relajación de las surgencias (Wing *et al.*, 1995a; Morgan *et al.* 2000). El reclutamiento anual de *S. franciscanus* es bajo y muy variable en British Columbia, Washington y Oregón (Miller y Elm *et.* 1997), comparado con las poblaciones del Norte y Sur de California que tienen un mayor aporte de reclutas (Tegner y Dayton, 1981; Ebert, 1983; Wing *et al.*, 1995b; Morgan *et al.*, 2000).

La mortalidad post-asentamiento es alta, ya que existen varios depredadores de erizo juvenil, como los cangrejos *Cancer* spp, las estrellas de mar *Patiria miniata*, *Astrometis sertulifera*, *Pycnopodia helianthoides*, *Dermasterias imbricata* y la langosta roja *Panulirus interruptus* y algunos peces como la vieja *Semicossyphus pulcher*, considerada por varios autores como el principal depredador de erizos juveniles en el sur de California (Tegner y Dayton, 1981; Cowen, 1983). Para evitar la mortalidad post-asentamiento, los erizos rojos juveniles se protegen bajo las espinas de los erizos adultos.

3.2. Ambito geográfico

El erizo rojo, *S. franciscanus* y el erizo morado, *S. purpuratus*, se distribuyen geográficamente desde Alaska hasta Isla Natividad, Baja California Sur (Mottet, 1976; Palleiro-Nayar, 2009). Habita en la zona submareal con fondos rocosos, comúnmente asociados a la comunidad de los mantos de algas marinas *Macrocystis pyrifera*, entre los tres y cincuenta metros de profundidad. En esta comunidad, los erizos de mar son considerados especies clave, ya que pueden afectar la abundancia y distribución de esta importante alga café (Tegner, 2001; Steneck, 1998; Steneck *et al.* 2002).

En México, específicamente se le localiza en la costa occidental de la Península de Baja California desde las Islas Coronado cerca de la línea divisoria con EUA hasta Isla de Cedros en Baja California y en Isla Natividad en Baja California Sur (Fig. 2).

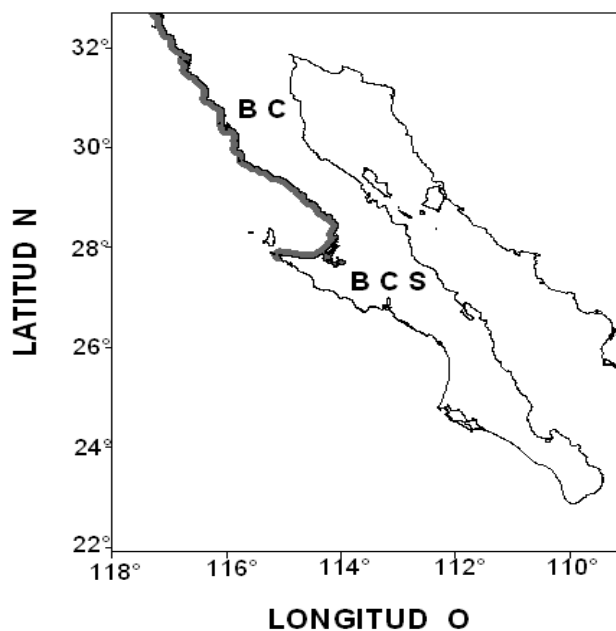


Figura 2. Area de extracción de erizo rojo y morado en la Península de Baja California.

3.3. Ambito ecológico

Desde la perspectiva del aspecto ecológico, la relación entre los erizos rojo y morado es muy importante para la estabilidad de la comunidad que habita los mantos de alga marina café *Macrocystis pyrifera*, los cuales están conformados por especies de importancia comercial como la langosta roja *Panulirus interruptus*, abulones *Haliotis* spp, caracoles *Megastrea undosa* y *turbanica*, pepino de mar *Parastichopus parvimensis* y muchas otras especies de peces (Kato y Schroeter, 1985; Palleiro-Nayar 2009).

El erizo rojo prefiere consumir las frondas de *Macrocystis* y cuando la comida es abundante se mueve muy poco. Por el contrario, el erizo morado ataca el rizoides de *Macrocystis*, desprendiendo toda la planta, por lo que es capaz de acabar con los mantos cuando es muy abundante (Kenner, 1992). En esta situación de competencia por espacio, la pesca comercial casi exclusiva de erizo rojo ha propiciado que el morado amplíe su área de distribución a profundidades donde estaba limitado por el rojo hasta 25 m de profundidad (Kato y Schroeter, 1985; Palleiro-Nayar, 2004; Salgado-Rogel *et al.*, 2004). En la literatura se ha reportado su presencia hasta 64 metros de profundidad (Mottet, 1976).

3.4. Ambito Socioeconómico

En la costa occidental de la Península de Baja California se encuentran distribuidas cuatro especies de erizo: *Centrostephanus coronatus*, *Lytechinus anamesus*, *Strongylocentrotus franciscanus* y *Strongylocentrotus purpuratus*; sólo las dos últimas especies tienen importancia comercial.

Los productores de erizo rojo en Baja California suman 40 organizaciones (33 con permiso de pesca comercial y 7 con concesión) principalmente compuesta por: Sociedades de Producción Rural, Cooperativas, Empresas privadas y algunas personas físicas, con un total de 264 equipos autorizados. En Baja California Sur actualmente no existe permiso vigente para la captura de erizo.

Los productores que cuentan con permiso o concesión para extraer erizo morado en Baja California, son 19 con un total de 118 equipos autorizados, siendo los mismos equipos y áreas de captura de los productores de erizo rojo.

La mayoría de los pescadores encuestados en 2008, por parte del personal del CRIP, refieren que se dedican a la pesca todo el año, cuando entra la veda del erizo rojo, se dedican a pescar pepino de mar, caracol y especies de escama. Algunos pescadores de Santo Tomás y El Rosario son también ejidatarios y se dedican simultáneamente a actividades agrícolas y pesqueras.

4. Diagnóstico de la pesquería

4.1. Importancia

Se cuenta con 25 sitios de descarga o varaderos, en la mayoría no existen facilidades de muelle para la descarga (sólo en el puerto de El Sauzal y el de Ensenada), en algunos casos cuentan con rampas y el mayor porcentaje utiliza la playa arenosa para varar, se localizan desde Popotla hasta Punta San Carlos, abarcando una distancia de 450 km aproximadamente. El precio de la gónada de erizo rojo actualmente es de 25 a 30 dólares el kg y del erizo morado en 15 dólares el kg.

El diagnóstico elaborado por el INAPESCA manifiesta que la captura de erizo rojo ha fluctuado de 8,500 t de peso vivo en 1986 a 805 t en 2008 (Fig. 10). El número de equipos utilizados en la pesca del erizo rojo, registrado desde 1979 fue de 110 equipos, que disminuyó en el periodo 1980-1985. Se duplicó en 1985 (220 equipos), y se incrementó hasta 320 en 1988; en los últimos años se ha estabilizado en 220 equipos (Fig. 3).

4.2. Especies objetivo

Las especies objetivo son el erizo rojo, *Strongylocentrotus franciscanus*, y el erizo morado, *Strongylocentrotus purpuratus*. El erizo morado es el principal competidor del rojo por espacio y alimento, ya que ambas especies se encuentran en el sustrato rocoso, particularmente en cuevas y hendiduras de rocas. La competencia por espacio desempeña un papel muy importante en la distribución y abundancia del erizo morado, ya que aunque la distribución de las dos especies de erizo se traslapa, el morado domina en las zonas intermareal y submareal porque resiste los cambios físico-químicos y la acción del oleaje, mientras que el rojo es más abundante más allá de los cinco metros de profundidad (Tegner, 2001). En este sentido, se han realizado varios estudios con objeto de establecer la relación entre la disponibilidad de alimento con el comportamiento y fisiología de los erizos, así como con la estructura de la comunidad que habita los mantos de algas (Matitison *et al.*, 1977; Tegner, 2001).

4.3. Captura incidental y descartes

No existe captura incidental, ya que la captura es por medio de buceo y la colecta manual utilizando un gancho para desprender a los erizos del sustrato rocoso.

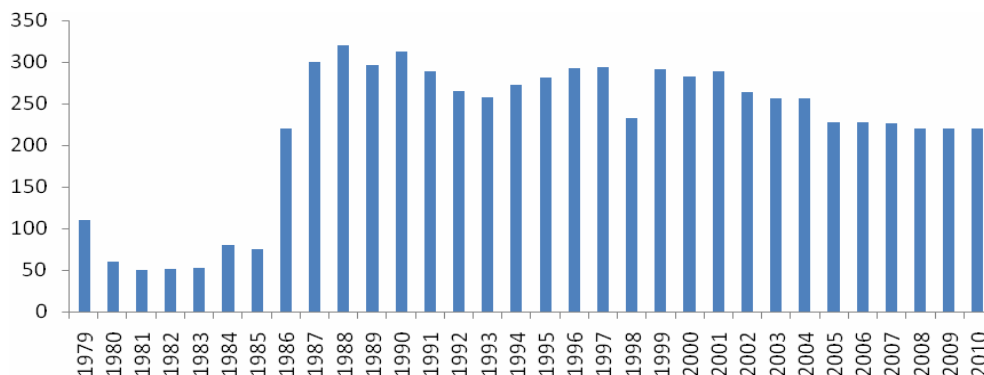


Figura 3. Equipos autorizados en la captura de erizo rojo en Baja California.

4.4. Tendencias históricas

Los primeros intentos de explotación de erizo de mar en Baja California, fueron hechos a finales de la década de los 60's por una compañía japonesa, pero fue hasta 1972 cuando se inicia la explotación a nivel comercial con una captura de 93 toneladas de peso entero (Malagrino, 1972; Palleiro *et al.*, 1996) únicamente sobre el erizo rojo *S. franciscanus* y a partir de 1991 se inició la captura del erizo morado *S. purpuratus* (Palleiro *et al.*, 2008). Actualmente el erizo de mar constituye un recurso de gran importancia en Baja California, México, alcanzó en 1979 su primer punto máximo con 5,700 t de peso entero (Fig. 10). Posteriormente, durante el periodo 1980-83 se observó un descenso en las capturas (1,000 t) que se atribuyó a un efecto combinado del fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) de 1982-1983, propiciando una baja calidad de sus gónadas por falta de alimento y una disminución considerable de su precio en el mercado japonés (Palleiro-Nayar *et al.*, 1988). En 1986 se presentó la captura histórica más alta con 8,500 t, hasta disminuir en 1998 a 806 t, hecho atribuible nuevamente al ENOS (1997-1998). Desde entonces ha fluctuado alrededor de 2,000 t en los últimos años.

Para el erizo morado la captura máxima reportada ha sido de 815 t en 1996 disminuyendo a 80 t de peso vivo en 2010 (Figs. 4 y 5). Estas bajas capturas se deben a la calidad de sus gónadas que no son aceptadas en el mercado, por presentar coloración café y bajo rendimiento. Aunque la disponibilidad de erizo morado es muy alta con densidades hasta 80 erizos por metro cuadrado.

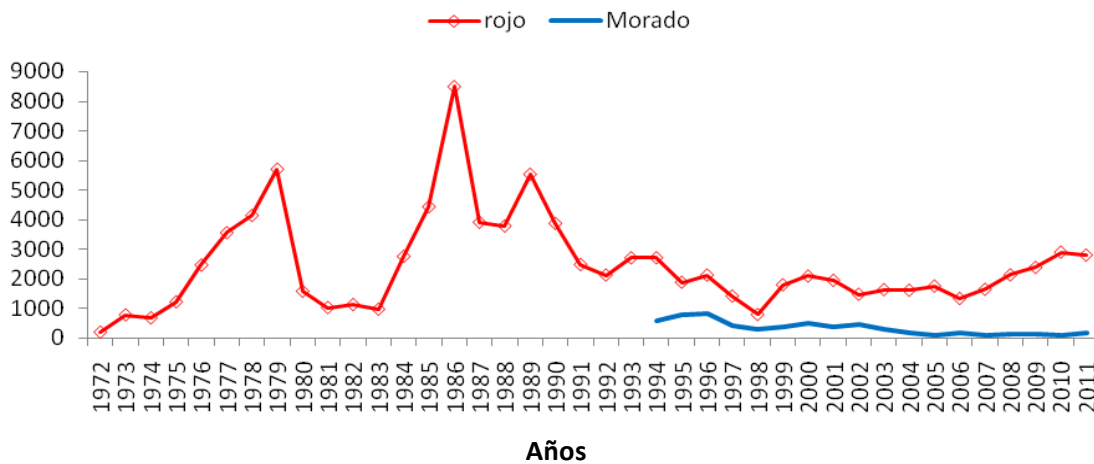


Figura 4. Captura de erizo rojo y morado (ton peso vivo) en Baja California.

En BCS sólo se captura erizo rojo en Isla Natividad desde 2004, con una captura máxima de 68 t en 2005 disminuyendo a 11 t en 2007, no reportando captura en los cuatro últimos años. Se reportó una mortalidad importante de erizo rojo en Isla Natividad sin conocer las causas (comunicación personal con pescadores, 2010).

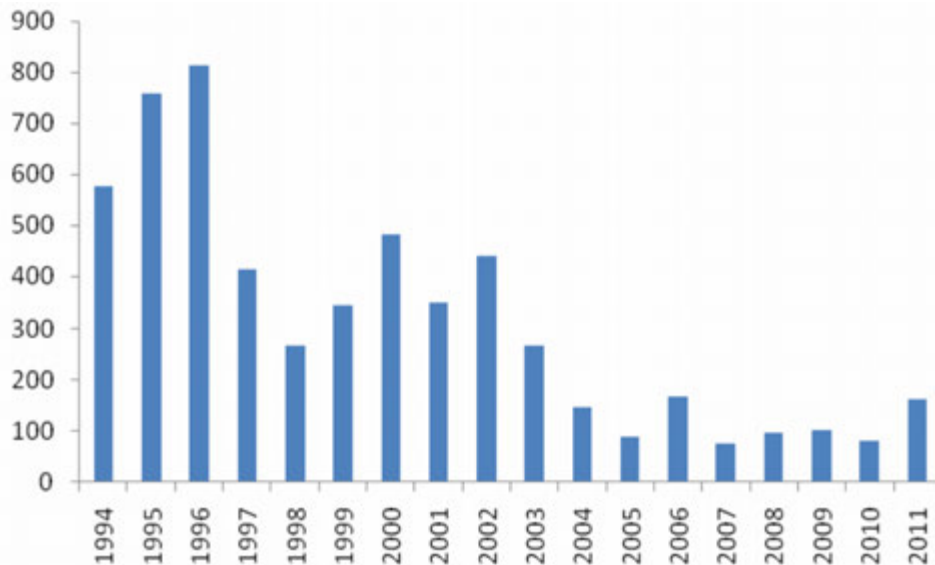


Figura 5. Captura total de erizo morado (ton peso vivo) en Baja California.

Esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

La unidad de esfuerzo utilizada para analizar las pesquerías de erizo es el día de trabajo conocida por los pescadores como marea, esta información se ha obtenido desde 1988, año en que se inició con la entrega de la bitácora de pesca por los productores.

El esfuerzo promedio anual en la pesquería de erizo rojo ha sido de 14,607 días en el periodo de 1988 a 2009, siendo la cantidad más baja en 1998 con 8,274 días (Fig. 6) por el efecto de El Niño (1997-98) en la disponibilidad de algas, lo que generó una mala calidad de gónada de erizo rojo, por lo que los productores disminuyeron la intensidad de pesca.

La CPUE de la pesquería de erizo ha fluctuado de 300 kg/día en 1988 a 87 kg/día en 2002 (Fig. 7), incrementándose hasta llegar a 180 kg/día en 2010, pero sin alcanzar los niveles de los años 80's. Este incremento es muy posible que se deba a que se aumentó el número de horas de buceo hasta en 50% (de acuerdo a comunicación con los buzos ericeros) y no al aumento de la disponibilidad del recurso.

Por lo que resulta necesario contar con la información de las horas de búsqueda y extracción de erizo, para poder contar con una mejor medida de la unidad de esfuerzo y para poder relacionarla con la abundancia relativa del recurso.

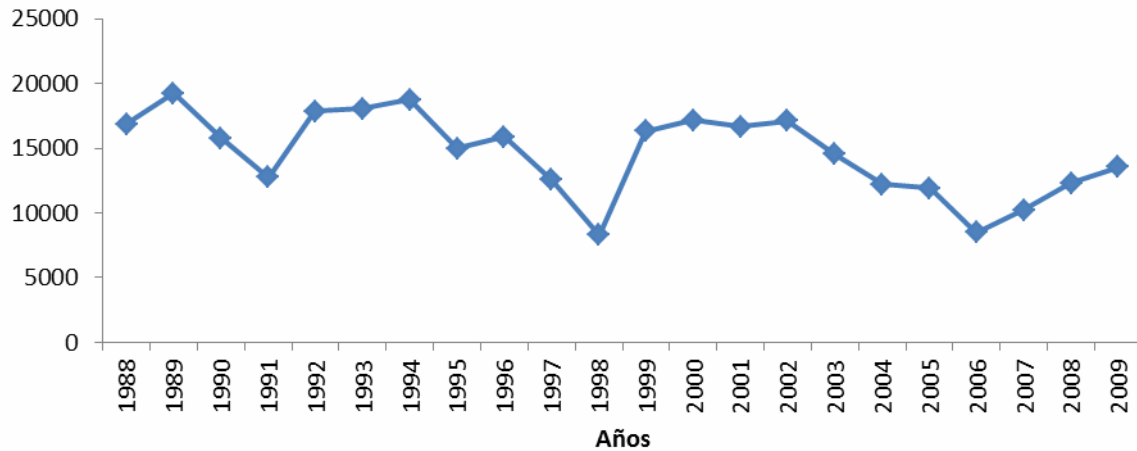


Figura 6. Esfuerzo anual (días de pesca) empleado en la captura de erizo rojo en B.C.

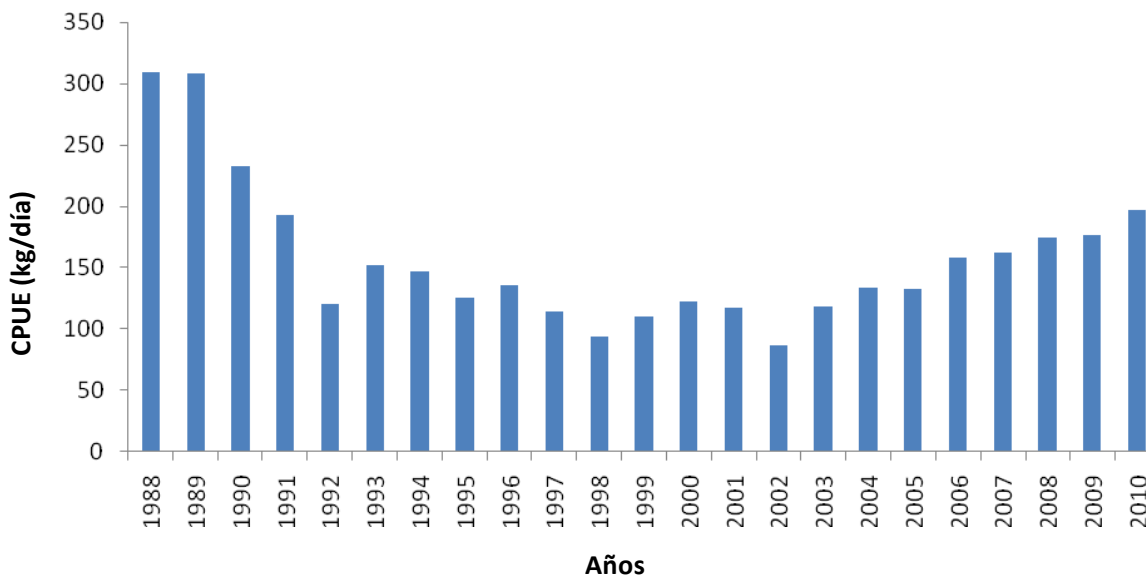


Figura 7. CPUE erizo rojo en Baja California.

El mayor esfuerzo empleado en la extracción del erizo morado fue en el año 2002 con 3,510 días y el más bajo en 2005 con 751 días (Fig. 8) en el periodo de 1994 a 2006 (Palleiro-Nayar *et al.*, 2008). La CPUE del erizo morado ha fluctuado de 80 a 150 kg/marea en los años 1995 a 2005 (Fig. 9).

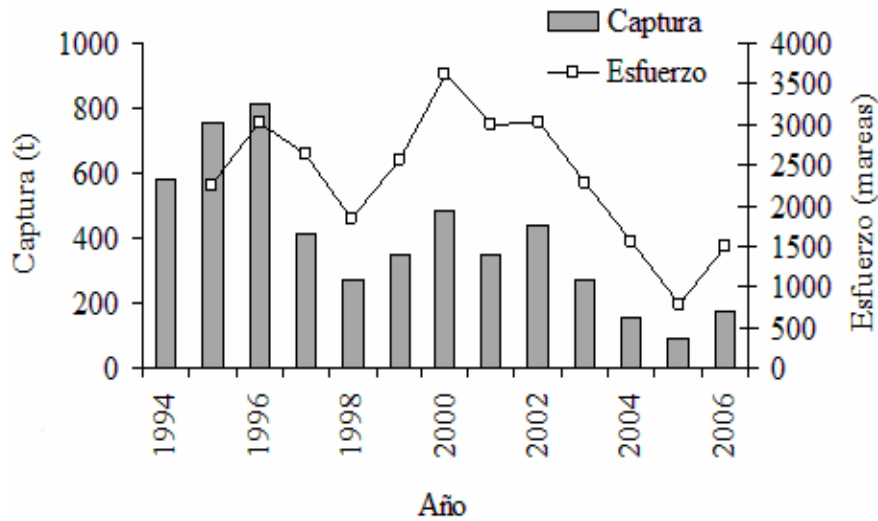


Figura 8. Captura y esfuerzo de erizo morado en Baja California de 1994 a 2006.

Muestréos de captura comercial

Desde 1984 año que se inició la recepción de erizo vivo en las plantas de proceso, se iniciaron por parte de personal del CRIP Ensenada los muestréos de la captura comercial de erizo rojo en las plantas procesadoras ubicadas principalmente en Ensenada, San Quintín y El Rosario, la talla promedio de captura de erizo rojo, ha tenido fluctuaciones importantes entre 79.46 mm en el 2000 y la más alta registrada en 2010 con 94.3 mm de acuerdo a los muestréos realizados en plantas de proceso (Fig. 9). En el año 2000 el 51% de los erizos muestréados en las plantas de proceso fueron abajo de la talla mínima legal, representando una fuerte presión de pesca para juveniles y adultos de 60 a 79 mm de diámetro de caparazón, afectando la recuperación de la población. En la Tabla 1 se concentra la información de los últimos 11 años de muestréos en plantas.

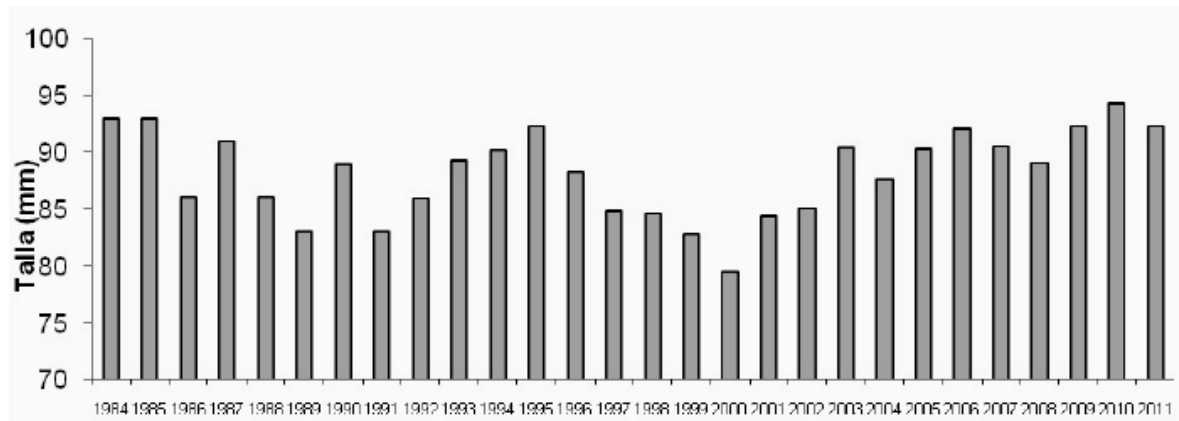


Figura 9. Talla promedio de erizo rojo en los muestréos realizados en plantas de proceso de 1984 a 2011.

Tabla 1. Resultado de los muestréos en planta de erizo rojo durante las últimas diez temporadas de captura en Baja California.

Año	Talla Promedio (mm)	Desviación estándar	Porcentaje de talla sublegal	Número de organismos muestréado
2000	79.46	10.20	51.48	14,861
2001	84.37	9.80	39.66	11,394
2002	89.70	10.10	17.76	22,783

2003	90.39	10.5	12.61	10,655
2004	87.67	10.87	19.19	17,233
2005	90.27	10.77	13.45	30,578
2006	92.09	11.89	10.15	22,966
2007	90.57	13.06	6.59	5,581
2008	89.07	11.29	3.89	21,704
2009	92.28	12.60	12.66	24,248
2010	94.32	13.49	8.57	23,785

El porcentaje de tallas de erizo rojo abajo de la talla mínima legal de 80 mm de diámetro de caparazón ha fluctuado entre cuatro y 52% de los muestreados en las plantas de proceso (Fig. 10). En los primeros registros ésta oscilaba en 12%, pero se fue incrementando paulatinamente hasta alcanzar el 52% en el año 2000. A partir de dicho año se observa que esta incidencia baja paulatinamente. En 2008 se detectó la incidencia más baja con cerca de 4% de individuos de talla menor a la permitida, esto en datos monitoreados en 21,704 individuos de erizo rojo de la captura comercial. En 2010 la incidencia de tallas sublegales fue de 8.57%.

%

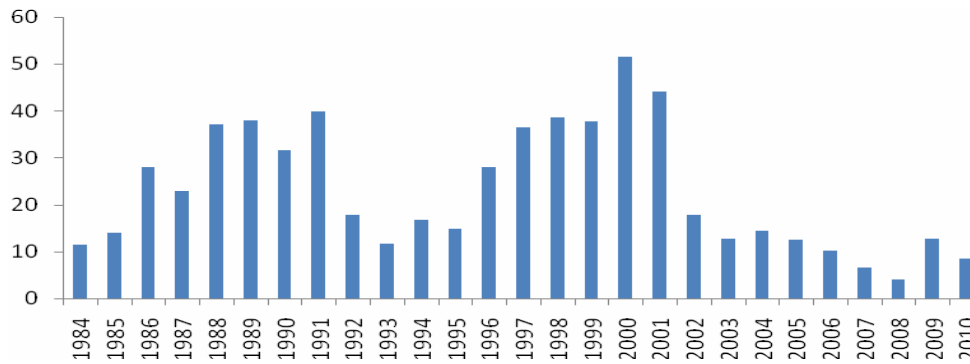


Figura 10. Porcentaje de tallas sublegales de erizo rojo en muestreos en planta.

La distribución de tallas de erizo rojo muestreado en plantas de proceso durante 2010 se presenta en la figura 11.

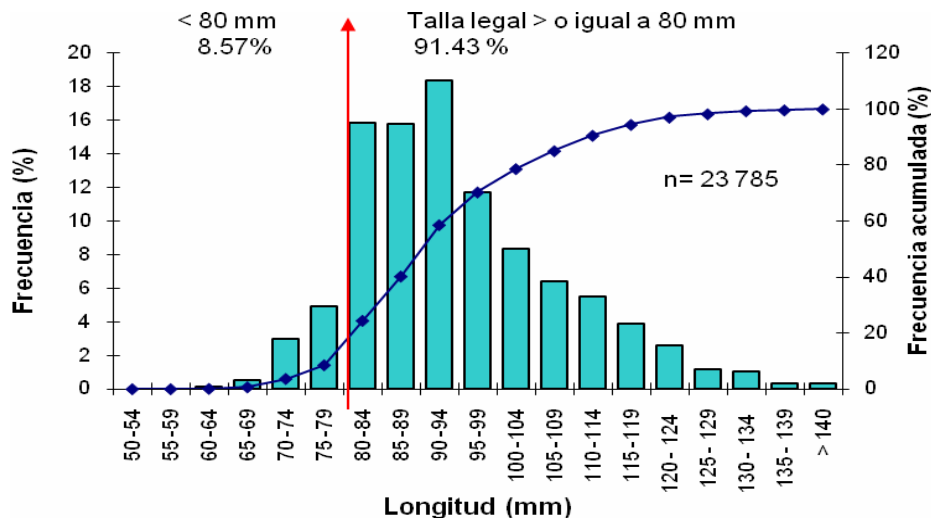


Figura 11. Distribución de tallas de erizo rojo proveniente de la captura comercial muestreos realizados durante 2010.

Mortalidad por pesca

Para cada temporada de pesca se estimó la tasa de mortalidad instantánea y la talla de reclutamiento a la pesquería en base a los muestreos de erizo rojo en las plantas procesadoras del Estado de Baja California. La tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) ha fluctuado entre F = 0.45 en la temporada 1996 a F = 1.23 en 1999; en 2010 la tasa de mortalidad por pesca fue de F = 0.64 (Fig. 12).

Mortalidad (anual)

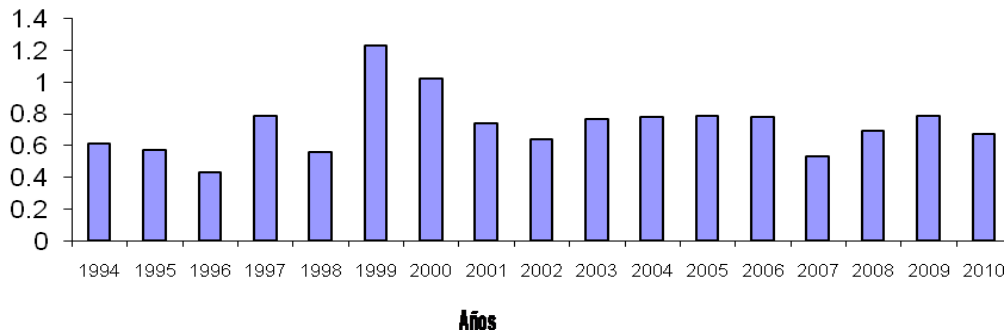


Figura 12. Tasa instantánea de mortalidad por pesca de erizo rojo en Baja California.

La tasa instantánea de mortalidad por pesca anual (F) se puede convertir a porcentaje de mortalidad anual por pesca por medio de la ecuación:

$$\% \text{ de mortalidad por pesca anual} = (1 - e^{-F} / e^{-F}) * 100$$

Una tasa de mortalidad por pesca F = 0.64 (como la estimada en 2010) significa una tasa de mortalidad anual del 58% (con la aclaración que esta estimación es con base a la información de los muestreos de captura comercial).

4.5. Disponibilidad del recurso

Estimaciones de la densidad poblacional

En la tabla 2 se presentan los resultados de las estimaciones de la densidad de erizo rojo y morado, realizadas en 31 localidades donde se efectúa la pesca comercial. Los muestreos fueron realizados entre el 26 de agosto del 2005 al 15 de junio del 2006 (estas estimaciones son de la campaña más completa que se ha realizado por parte del CRIP Ensenada para las dos especies de erizo). Se puede observar que en varias localidades la densidad de erizo morado fue mayor al erizo rojo, esto es derivado por la menor intensidad de su pesca (ya que la calidad de las gónadas del erizo morado no cumplen los requerimientos de color y textura en el mercado japonés) y por el incremento poblacional del morado que ha ocupado el nicho ecológico del erizo rojo inclusive hasta 20 m de profundidad, donde hace 15 años no se veía un solo erizo morado de acuerdo a las evaluaciones realizadas por el CRIP Ensenada.

Tabla 2. Resultados de la evaluación de erizo por área en Baja California, efectuada entre el 26 de agosto del 2005 al 15 de junio de 2006.

Localidad	Densidad erizos m ⁻²	Densidad erizos m ⁻²
	rojo	morado
Isla Coronado Norte	3.47	9.1
Isla Coronado de en medio	3.7	7.33
Isla Coronado Sur	1.5	12.87
Bajo Coronados	2.29	0.94
Popotla	3.13	7.03
Popotla Sur	1.52	2.61
Puerto Nuevo	0.72	0.29
Campo López	1.71	0.14
Campo López Sur	1.4	0.12
La Salina	1.55	5.45

Jatay	2.2	6.51
El Mirador	1.74	8.19
San Miguel	0.96	0.05
El Bajo San Miguel	2.28	0.93
Isla Todos Santos	2	3.6
Punta Banda	3.67	0.12
Cantú	5.58	11.04
Santo Tomás	1.91	0.13
Santo Tomás Sur	2.22	0.14
La Calavera	2.16	0.76
Eréndira	3.82	3.78
Punta Colonet	0.39	0
San Jacinto	1.79	0.47
Norte de San Quintín	0.41	0.18
Punta San Quintín	0.625	8.92
Isla San Martín	2.51	4.36
Valle Tranquilo (Sur)	0.2	0
Bahía El Rosario	1.29	2.93
Isla San Jerónimo	7.81	6.05
Arrecife Sacramento	8.5	8.27
Campo Nuevo	2.87	0.54

En 2003 y 2005 se realizaron estimaciones de la densidad poblacional de erizo rojo en 26 localidades de Baja California y una localidad (Isla Natividad) en Baja California Sur (Fig. 13) en donde se observa una gran variabilidad espacio temporal con diferencias significativas en varios sitios.

La localidad que ha presentado las densidades de erizo rojo más altas es Arrecife Sacramento al sur de la Bahía El Rosario donde las densidades han variado entre 6 y 12 erizos m^2 (Fig. 14).

Es muy importante que sitios donde se realiza la pesca, se mantengan densidades altas que benefician con reclutas a los sitios adyacentes e inclusive hasta cientos de km, ya que la larva puede desplazarse por las corrientes para asentarse y colonizar áreas que han sido impactadas por la pesca (Palleiro-Nayar, 2009). Por el contrario otros sitios de captura como el Norte de la Bahía El Rosario las densidades de erizo rojo han disminuido notablemente (Fig. 15).

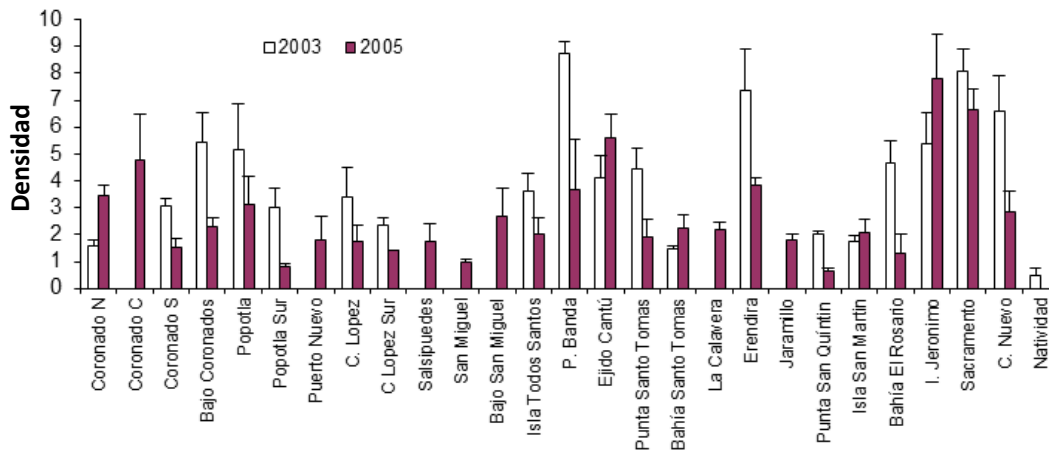


Figura 13. Densidad estimada de erizo rojo en 26 localidades en Baja California y en Isla Natividad, BCS.

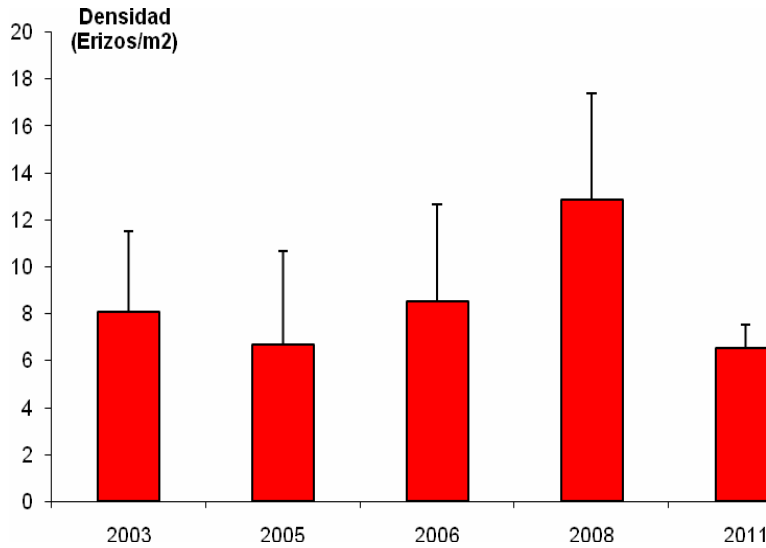


Figura 14. Densidad estimada de erizo rojo en el Arrecife sacramento, B.C.

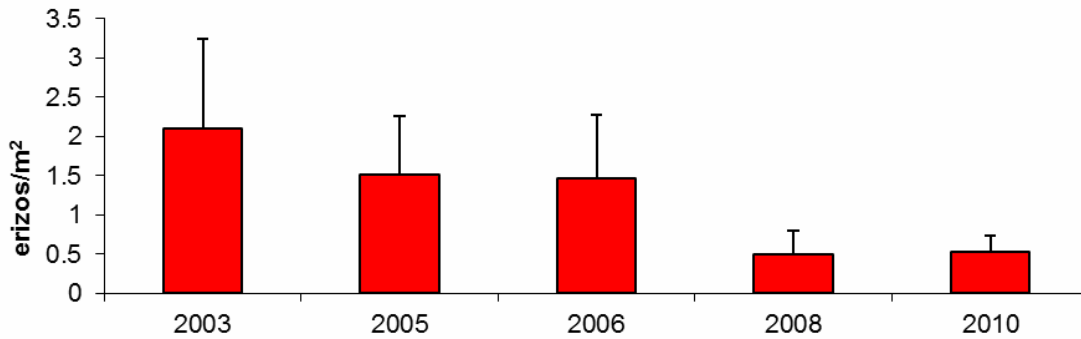


Figura 15. Densidad estimada de erizo rojo en el Norte de la Bahía El Rosario en 5 campañas de muestreo.

Estudiando diez localidades por 4 años, que son las que aportan el mayor porcentaje de captura de erizo rojo en Baja California, se observó diferencias significativas entre localidades principalmente Isla San Jerónimo y Arrecife Sacramento con las otras ocho localidades, así como una variabilidad temporal para varios sitios destacando Punta Banda (Fig. 16). Las posibles causas de estas variaciones espacio-temporales en la densidad poblacional del erizo rojo se deben principalmente a varios factores: intensidad de pesca, distintas tasas de reclutamiento, distintas tasas de mortalidad natural de juveniles y sub-adultos (Palleiro-Nayar *et al.*, 2012a).

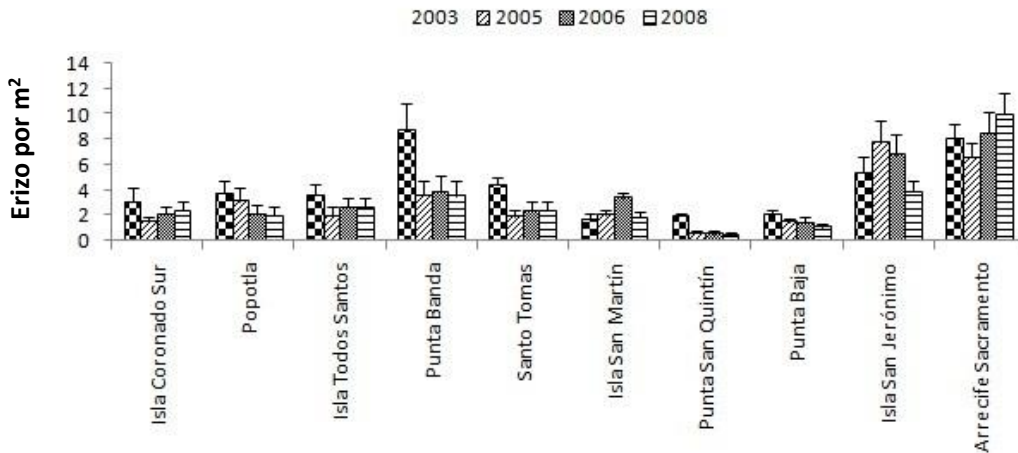


Figura 16. Densidad estimada de erizo rojo en diez localidades durante cuatro años de muestreo. (Palleiro-Nayar *et al.*, 2012).

Lo que se puede observar es la alta variabilidad espacio-temporal en la densidad poblacional del erizo rojo influenciado por varios factores entre los más importantes es la intensidad de pesca y la variabilidad en las tasas de reclutamiento.

4.6. Unidad de pesca

Su captura se realiza mediante el buceo semi-autónomo con un compresor de aire y una manguera con una boquilla que suministra aire al buzo para realizar la extracción de erizos se utiliza un gancho metálico, realizando inmersiones hasta los 30 metros de profundidad. Se emplea una embarcación de fibra de vidrio de eslora entre 5 a 8 metros, con motor fuera de borda de 45 a 115 caballos de fuerza.

En las operaciones de captura participan 3 personas: un motorista, cabo de vida y el buzo, la jornada de trabajo puede ser de 4 a 8 horas, el tiempo de buceo varía entre 2 a 4 horas dependiendo de la disponibilidad del recurso y calidad de la gónada.

El buzo coloca los erizos en una bolsa de red llamada chinguillo. Cuando la bolsa se llena, manda una señal al cabo de vida jalando la manguera, para que enviara un cabo con plomo que contiene una bolsa vacía y sube la bolsa llena. Algunas organizaciones de pescadores fijan cuotas diarias de captura a sus buzos que pueden ser de 100 a 200 kg de peso entero.

El número de embarcaciones con permiso para la extracción de erizo rojo para 2012 son 264 embarcaciones repartidas en 34 permisionarios (con permisos de 2 a 4 años) y sólo 7 concesiones con vigencia de 10 años.

Los productores que cuentan actualmente con permiso o concesión para extraer erizo morado son 19 con un total de 118 equipos autorizados.

4.7. Infraestructura de desembarco

Existen 25 sitios de desembarco de los cuales tres cuentan con infraestructura en los puertos de Ensenada, Sauzal e Isla de Cedros. La mayoría son sitios en la playa arenosa o rocosa y unos pocos tienen rampas de concreto, para subir y bajar a las embarcaciones de pesca.

Por lo general se utiliza un remolque o un eje con dos llantas para jalar las embarcaciones y ponerlas bajo resguardo de fuerte oleaje o marejadas. El fondeo de embarcaciones sólo se observa en San Tomás, por contar con una bahía semiprotégida.

En la mayoría de los sitios de descarga no existe red de frío, el erizo se descarga vivo y se traslada en camionetas a las plantas procesadoras que pueden estar a varias horas de distancia.

4.8. Proceso o industrialización

El erizo rojo o morado se entrega vivo en la planta de proceso, se transporta principalmente en recipientes de plástico cubiertos con lonas o algas para mantenerlos frescos. El erizo puede resistir varias horas vivo fuera del agua de mar.

En la planta de proceso los erizos se abren con unas pinzas especiales y se extrae las cinco gónadas colocándolas en agua de mar o agua con sal para evitar la deshidratación, se limpian de restos de intestinos y se colocan en cajas de madera o plástico para su comercialización.

El número total de empleados en las plantas de proceso es de 735 personas, aunque dependiendo de la cantidad de erizo que reciban las plantas pueden contratar a personal eventual para apoyarlos en el procesamiento de la gónada (Tabla 3).

Tabla 3. Plantas de proceso de gónada de erizo que operaron en 2011.

Localidad	No. Plantas	Personal
Popotla	1	15
Ensenada	6	206
Manadero	1	30
Eréndira	1	35
San Quintín	3	119
El Rosario	6	330
Total	18	735

4.9. Comercialización

La totalidad de la producción de gónada de erizo se exporta a Japón, primero se introduce en camión refrigerado al Estado de California y luego se envía a Japón por vía aérea desde el Aeropuerto de Los Angeles. Por tal motivo se consultaron las bases de datos del Departamento de Comercio de Estados Unidos para saber la cantidad de gónada de erizo importada y el valor declarado para los años de 2002 a 2009 (Tabla 4). Es importante hacer notar que estos datos son para la gónada de erizo rojo y morado, no se puede saber cuánto aporta cada especie, aunque la captura de erizo morado es menos del 10% de la captura total de erizo en Baja California.

Tabla 4. Datos de la importación temporal de gónada de erizo a Estados Unidos proveniente de México. Fuente: Departamento de Comercio EUA.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gónada de erizo (kg)	180,548	140,672	137,861	135,612	79,538	98,868	81,567	59,990
Valor (dólares)	4,112,333	2,672,586	2,576,007	3,034,149	1,988,794	2,593,281	1,802,075	1,268,269
Precio unitario (kg/dls)	22.77	18.99	18.68	22.37	25.00	26.26	22.09	21.49

4.10. Demanda pesquera

El mercado Japonés compra entre 150 a 200 millones de dólares de erizo en todo el mundo, la presentación principal es en gónada, de la cual México exporta volúmenes importantes, sin embargo se presentan grandes variaciones en el precio de la gónada de erizo, en función de la oferta y la demanda, varios países exportan gónada de erizo a Japón principalmente Chile, Estados Unidos de América, Canadá, Corea, Rusia, China, entre otros.

4.11. Grupos de Interés

En Baja California la pesca de estas especies de erizo la realizan principalmente organizaciones de pescadores agrupados en Sociedades Cooperativas y Sociedades de Producción Rural principalmente, así como personas físicas y morales, que benefician a pescadores y empleados de plantas pesqueras en el área urbana y rural de la costa occidental de B.C. en aproximadamente 450 km de línea de costa, en ciudades como Rosarito y Ensenada, así como poblados al sur del municipio como San Quintín y El Rosario y campos pesqueros temporales. En total se estima que directamente trabajan en esta pesquería 1,500 personas en las actividades de extracción y proceso.

En Isla de Cedros e Isla Natividad BCS las capturas reportadas de erizo son muy bajas y en la actualidad no han capturado erizo.

Para la investigación biológico-pesquera, aparte del CRIP Ensenada del INAPESCA, se cuenta en la región con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California y el CICESE centro público del CONACYT.

4.12. Estado actual de la pesquería

Las poblaciones de erizo rojo *S. franciscanus* en Norte América han estado sujetas a una explotación comercial desde la década de los setentas en los estados de Baja California, México; California, Oregón, Washington y Alaska en EUA, así como en British Columbia, Canadá. Recientemente se ha observado una disminución notable en las capturas y en su densidad poblacional, por la alta presión de pesca ejercida en todos los sitios mencionados (Andrew *et al.*, 2002).

La biomasa estimada para *S. franciscanus* en Baja California, México, corresponde solamente al 17% de la biomasa inicial (1972), por lo que se considera una pesquería en deterioro (Jurado-Molina *et al.*, 2009).

En la Carta Nacional Pesquera (publicada en el DOF del 2 de diciembre de 2010), en la ficha el erizo en Baja California, se especifica para el erizo rojo (*S. franciscanus*) como una especie deteriorada y que requiere de un manejo precautorio. En cambio el erizo morado *S. purpuratus* se considera con posibilidades de desarrollo, con altas densidades poblacionales, que permiten incrementar su extracción, siempre que la calidad de la gónada sea la adecuada para su comercialización.

5. Objetivos del Plan de Manejo

El Plan de Manejo, proporcionará elementos de información y análisis para la definición de programas de ordenamiento y normalización para la recuperación del erizo rojo y el aprovechamiento responsable del erizo morado en la península de Baja California. Los resultados de los estudios permitirán fortalecer el sustento de éstas y otras regulaciones aplicables a la pesquería.

5.1. Conservar la biomasa y el reclutamiento del recurso

Incrementar la biomasa y el reclutamiento del erizo rojo en la costa noroccidental de Baja California, para recuperar su productividad a niveles sustentables y mantener la biomasa y el reclutamiento de erizo morado.

Objetivos particulares

- Evaluar las poblaciones de erizo rojo y morado (abundancia, índice de reclutamiento, crecimiento, migración, reproducción y mortalidad).
- Estimar la biomasa aprovechable de erizo rojo y morado y definir el esfuerzo de pesca y cuotas de captura por recurso.
- Definir puntos de referencia límite basados en la densidad mínima de erizo rojo y la densidad máxima de erizo morado, que no afecte las comunidades de los mantos de algas.
- Implementar acciones de repoblamiento de erizo rojo en áreas sobreexplotadas, que estén provistas de adecuado alimento y hábitat.
- Establecer las medidas de aprovechamiento para erizo morado, que faciliten el mantener su biomasa y reclutamiento.

5.2. Conservar la rentabilidad económica y promover beneficios económicos para la sociedad

Promover el aprovechamiento integral de ambas especies de erizo, fortalecer su comercialización y desarrollar alternativas tecnológicas para su procesamiento.

Objetivos particulares

- Fortalecer la cadena productiva.
- Desarrollar alternativas tecnológicas para el procesamiento de erizo con mayor valor agregado.
- Evaluar los costos de operación actual y las vías de racionalizarlos.
- Promover el acceso a nuevos mercados y mejores precios.

5.3. Reducir interacciones ambientales

Minimizar los impactos ambientales de los sistemas de pesca en las áreas ecológicamente más significativas.

Objetivos particulares

- 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.
- Conocer el efecto de la temperatura y disponibilidad de alimento en el crecimiento, mortalidad y reclutamiento de las diferentes poblaciones de erizo
- Reducir el impacto de otras actividades sobre el hábitat.
- Promover una cultura ambiental en la comunidad y el uso sustentable de los recursos.

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.
- Desarrollar y aplicar mecanismos para asegurar que la pesquería continúe generando beneficios económicos y sociales a las comunidades pesqueras. Incorporación de criterios sociales (generación de empleos directos) y económicos (valor de la captura, utilidad por recluta) en los escenarios de manejo propuestos para la toma de decisiones de inicio y término de la temporada de captura.

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 mejores prácticas disponibles para la captura, manejo y proceso de los recursos acuáticos para consumo humano.
- Fomentar la certificación de calidad de plantas procesadoras.

6. Medidas y estrategias de manejo

6.1. Instrumentos de manejo existentes

En términos de la LGPAS se otorgan concesiones y permisos comerciales para la extracción de erizo rojo y morado. La NOM-007-PESC-1993, regular el aprovechamiento de las poblaciones de erizo rojo en aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico de la costa oeste de Baja California, estableciendo las características de los equipos y métodos de pesca, talla mínima de 8.0 cm de diámetro del caparazón, recepción en planta de erizo vivo y entrega de bitácoras de pesca.

Mediante aviso publicado en el DOF el 16 de marzo de 1994, se publicó el periodo de veda para el erizo rojo en la zona delimitada entre la zona fronteriza de México con los Estados Unidos de América y el paralelo 28 grados 30 minutos de latitud norte durante el periodo del 1 de marzo al 30 de junio de cada año.

El aprovechamiento del erizo morado no está regulada por ninguna Norma Oficial Mexicana, específica y no existe periodo de veda, pero se controla el esfuerzo de pesca aplicado sobre el recurso, de manera natural al existir variaciones en la calidad gonadal del recurso.

La Carta Nacional Pesquera es el instrumento que establece las especies de organismos marinos sujetas a extracción comercial. 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 octubre de 2012 se publicó la nueva versión de la CNP y se incluye una ficha específica de erizo (<http://www.inapesca.gob.mx/portal/publicaciones/carta-nacional-pesquera>).

6.2. Indicadores y puntos de referencia

En 1997 el Instituto Nacional de Pesca mediante curvas de biomasa con el Modelo Dinámico de Producción Excedente de Schaefer Modificado (MDPEM) para incluir anomalías térmicas (Fig. 17), determinó que el erizo rojo se encuentra por debajo del nivel de su máxima productividad (SEMARNAP-INP1998). Por lo que se catalogó como pesquería en deterioro.

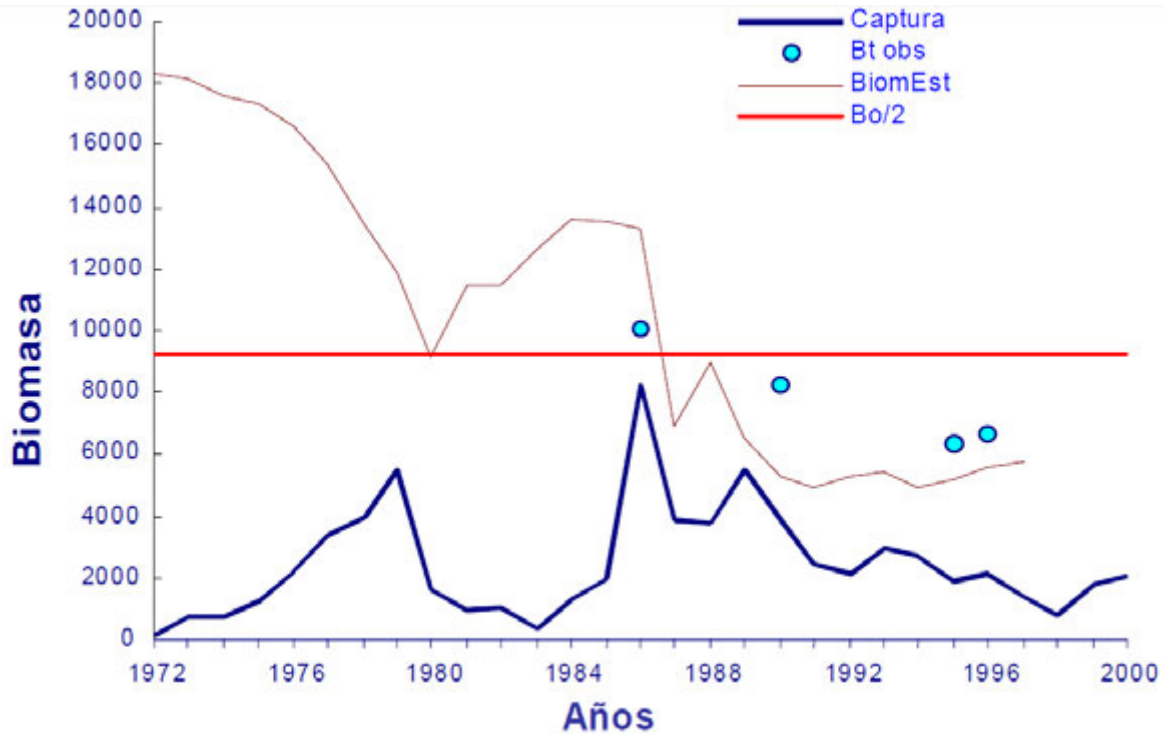


Figura 17. Modelo Dinámico de Producción Excedente de Schaefer Modificado para erizo rojo.

La serie histórica de volúmenes de captura registra la máxima (8500 t) en 1986, atribuible al incremento en el número de permisos y embarcaciones para su pesca. Posterior al punto máximo de explotación se presenta un marcado decaimiento sostenido. En las últimas cinco temporadas de pesca, excepto en años El Niño, las tasas de explotación y de mortalidad por pesca han sido similares (Palleiro-Nayar, 2004).

Para el caso del erizo morado, en base a las evaluaciones del recurso se considera que este recurso esta subexplotado ya que el aprovechamiento del mismo ha sido muy bajo, con densidades muy altas en varias localidades.

Para el erizo rojo (*S. franciscanus*) en Baja California se han adoptado los siguientes puntos de referencia:

Indicador	Punto de referencia
Esfuerzo pesquero	El esfuerzo de pesca actual, es de 220 equipos de pesca. Para permitir que el recurso se recupere y asegurar su sustentabilidad es necesario que el esfuerzo pesquero no aumente e idealmente disminuya, al impedir sustituir a los permisionarios que se retiren de la pesquería lo mismo que sus embarcaciones en las cuatro zonas administrativas de pesca.
Tasas de captura nominales (CPUE)	Han fluctuado muy poco en las tres últimas temporadas (2008-2010), la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se ha mantenido de 160 a 180 kg día ⁻¹ . Con respecto al tiempo de búsqueda no hay datos, sin embargo muchos buzos comentan que se ha incrementado hasta un 50 % los tiempos de búsqueda y extracción.
Captura total	En las recientes temporadas (2000-2010) las capturas se mantuvieron alrededor de las 2,000 t de peso entero para las cuatro zonas de pesca.
Estructura de tallas de la Captura	Los muestreos realizados en plantas de procesamiento de erizo, arrojan altos índices de captura de organismos por debajo de la talla mínima legal en varios años muestreados. El incremento de la captura de organismos juveniles es un aspecto de suma relevancia, por lo que se debe evitar por completo la extracción de organismos de talla ilegal <80 mm de diámetro de caparazón.

Para el erizo morado (*S. purpuratus*) en Baja California se han adoptado los siguientes puntos de referencia:

Indicador	Punto de referencia
Esfuerzo pesquero	En cuanto al número de equipos de pesca, podría aumentarse sólo para extracción de erizo morado, en la misma área de extracción de erizo rojo por permisionario, previo dictamen del CRIP Ensenada.
Tasas de captura nominales (CPUE)	Ha fluctuado muy poco en las tres últimas temporadas de 118 a 121 kg día ⁻¹ .
Captura total	Se ha mantenido alrededor de las 200 t de peso entero, pero en base a las evaluaciones del recurso podrían explotarse hasta 1800 t de peso vivo.
Estructura de tallas de la Captura	La captura promedio es 45 mm de diámetro de caparazón ya que en organismos de menor tamaño se rompe la gónada al abrir el caparazón.

Es necesario valorar la eficiencia de estos puntos de referencia y la conveniencia de su adecuación.

6.3. Análisis de otras opciones de manejo

Para Erizo rojo (*S. franciscanus*), es necesario limitar el esfuerzo de pesca por lo que es recomendable no otorgar nuevos permisos, y los permisos de pesca que no son utilizados no debieran volverse a emitir. Adicionalmente, estimular a los permisionarios responsables otorgándoles concesiones para asegurar la conservación del recurso dándole mayor seguridad jurídica.

El esfuerzo de pesca autorizado debe verificarse periódicamente, y no debe ser mayor a 227 embarcaciones menores para Baja California.

Para el erizo morado (*S. purpuratus*) se puede incrementar el número de equipos de pesca, siendo recomendable se les otorgue a los productores autorizados para la captura de erizo rojo y en sus mismas áreas de captura, propiciando con ello el ordenamiento de las actividades de extracción de estas dos especies de erizo. Lo anterior puede ser instrumentado mediante la dedición de una cuota de captura para erizo morado proporcional al volumen de captura de erizo rojo.

Es recomendable establecer refugios pesqueros para incrementar el reclutamiento de erizo rojo y mantener densidades bajas de erizo morado para evitar la desaparición de los mantos de algas, con el consenso del sector productivo.

Es necesario implementar la rotación de bancos en las áreas de pesca, para reducir el impacto de la pesca sobre los erizos adultos del sitio y prohibir el buceo nocturno, para reducir la pesca ilegal.

En las Subdelegaciones de Pesca de CONAPESCA se sugiere adoptar un sistema de información geográfica, para asignación y verificación en una plataforma digital (ya que la asignación de las coordenadas de los polígonos de captura, se hace actualmente por medio de mapas cartográficos con su consiguiente error de precisión por la escala utilizada). Como parte de un verdadero ordenamiento pesquero; se deberá resolver los traslapes de áreas de captura.

Es importante evitar otorgar permisos de extracción de otros recursos en los que se emplea el buceo a diferentes organizaciones o empresas, en las áreas permisionadas y concesionadas para la extracción de erizo, por lo que se recomienda se establezcan áreas integrales de pesca, esto es: que el productor pueda tener la opción de extracción de otros recursos y así propiciar una pesca sustentable rotando la extracción en función de la abundancia de las especies y de la demanda del mercado nacional o extranjero.

Para la pesquería de erizo rojo (*S. franciscanus*) en Baja California se requiere el establecimiento de Puntos de Referencia adicionales a los instrumentados a finales de la década de 1990 para asegurar un manejo adecuado del recurso, conservando a la población en condiciones de sustentabilidad biológica y continuando la generación de empleos y divisas en el sector pesquero de Baja California. Por lo que se recomiendan los siguientes puntos de referencia objetivo (PRO), de acuerdo a lo propuesto por Palleiro-Nayar *et al.*, 2012b:

- Mantener la densidad mínima en dos adultos por metro cuadrado en las áreas de extracción para asegurar el éxito de la fecundación y la protección de los reclutas. Esto implica realizar evaluaciones constantes y cerrar a la pesca áreas con densidades menores a ese valor.
- Establecer un porcentaje máximo de 5% de ejemplares cuya talla sea menor a la TML por embarcación-día de trabajo.
- Mantener la tasa de mortalidad por pesca anual entre 0.4 a 0.70, lo cual implica disminuir el esfuerzo.
- Incrementar la captura de erizo morado para reducir su incremento poblacional y disminuir la competencia por alimento con el erizo rojo, así como evitar el sobrepastoreo de macroalgas, proponiendo densidades de entre cuatro a seis erizos por metro cuadrado.
- Evaluar los PRO cada año y considerar el impacto de las condiciones ambientales, particularmente en años Niño y Niña.

Para Baja California Sur se recomienda antes de otorgar permisos de fomento o comerciales para la extracción de erizo, realizar evaluaciones poblacionales para conocer su densidad y estructura de tallas para estar en posibilidad de emitir la opinión respectiva por parte del CRIP La Paz del INAPESCA.

7. Programa de investigación

7.1 Investigación científica

Son necesarios estudios de la dinámica poblacional del erizo rojo en los principales sitios de captura utilizando técnicas de muestreo in situ y estudios de genética poblacional utilizando microsatélites para determinar la conectividad entre las poblaciones que se da por medio del transporte larval, así como identificar las poblaciones fuente y sumidero.

Es muy importante hacer estudios para identificar los sitios de mayor reclutamiento de erizo rojo, que están asociados a la densidad de adultos para protección bajo sus espinas y a la rugosidad del sustrato que permite evitar la depredación de los erizos recién asentados.

Se requiere estudios poblacionales de las principales especies que habitan la comunidad de los mantos de algas *Macrocystis pyrifera* para conocer la dinámica y el efecto de la pesca en la comunidad. En especial la relación entre el erizo morado y la posibilidad de afectar a las macroalgas.

Estudios base para seleccionar sitios de refugio pesquero, que puedan garantizar la sustentabilidad de la pesquería de erizo rojo.

7.2 Investigación tecnológica

Se requiere mejorar los equipos como los compresores de aire y mangueras, que suministran aire al buzo para realizar la extracción de los erizos, ya que la mayoría de los pescadores cuentan con equipos que no proporcionan suficiente aire a profundidades mayores de 20 metros y que contaminan el aire con la combustión de la gasolina del motor que mueve al compresor y el aceite que usan los compresores debe ser un aceite mineral para evitar la contaminación.

7.3 Investigación socioeconómica

Se requiere realizar estudios socioeconómicos de los pescadores y los empleados de las plantas de proceso, con objeto de conocer aspectos como: el porcentaje de ingreso de la actividad pesquera, fuentes de ocupación durante la veda de erizo rojo, nivel de escolaridad y muchos otros puntos que puedan servir para definir estrategias de capacitación y concientización de la normatividad, así como identificar posibles actividades alternas como la extracción de otros recursos o hasta la incursión en maricultura.

Estudios de análisis bio-económicos para determinar estrategias para uso y conservación del recurso.

8. Implementación del Plan de Manejo

De acuerdo a la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables se deberán formar Comités para la operación de los Planes de Manejo. Los mecanismos de participación social y concertación deberán ser los siguientes: La CONAPESCA y El Gobierno del Estado de Baja California y Baja California Sur, promoverán la concertación con los diferentes sectores involucrados para el establecimiento del Comité de Manejo de la Pesquería de Erizo para cada Estado, el cual tendrá por objeto asesorar y apoyar la instrumentación y seguimiento del Programa de Manejo Pesquero, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

8.1. Comité de Manejo del Recurso

Las dependencias que participarían serían: CONAPESCA específicamente la Subdelegación de Pesca de BC y BCS; INAPESCA CRIP Ensenada y La Paz; las Secretarías de Pesca Estatales; Instituciones Académicas y de Investigación.

Estos Comités estarán conformados de la siguiente manera:

- 1.- Un Presidente Honorario. Titular de la Secretaría de Pesca del Estado.
- 2.- Un Presidente Ejecutivo. Subdelegado de Pesca de la CONAPESCA.
- 3.- Un Secretario Técnico. Director del CRIP.
- 4.- Vocales: Los representantes de los sectores productivos.

9. Revisión, seguimiento y actualización del Plan de Manejo

Le corresponde al Comité de Manejo del Recurso darle seguimiento y determinar la temporalidad mínima con la que deben revisarse los Planes de Manejo y, en su caso hacer las modificaciones correspondientes, así como mantenerlo actualizado. Sin embargo se propone la revisión de este plan de manejo cada dos años.

10. Programa de inspección y vigilancia

De conformidad con la normatividad aplicable le corresponde a la CONAPESCA, verificar y comprobar el cumplimiento del presente instrumento. Se requiere reforzar e instalar los Comités de Inspección y Vigilancia Pesquera, para que participen los productores y las autoridades de la CONAPESCA, SEMAR y las Secretarías de Pesca Estatales, para mejorar la coordinación y hacer más efectiva las labores para disminuir la pesca ilegal. Propiciar mayor participación de los productores en las labores de vigilancia.

Sería conveniente contar con un padrón de infractores y sanciones para conocer las reincidencias.

Establecer la denuncia anónima ante la autoridad competente para evitar la pesca ilegal.

En el caso del erizo resulta más sencilla la vigilancia en las Plantas de Proceso, para que se verifique la legal procedencia del erizo que reciben. No existe venta de erizo al público por parte de pescadores ilegales, como ocurre con el abulón y la langosta, el erizo siempre llega a un sitio para extraer las gónadas y venderlo a un comercializador local.

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.

Lo que ya se ha identificado es: que se requieren cursos de capacitación para pescadores sobre normatividad pesquera y cuidado del medio ambiente.

Para los buzos se requiere cursos de capacitación para profesionalizarlos y certificarlos para evitar o disminuir los accidentes y la pérdida de vidas.

Cursos para pescadores en el uso de compresores y motores para evitar la contaminación de los pulmones de los buzos.

Para los empleados de las plantas de proceso se requieren cursos sobre buenas prácticas de higiene, identificación de puntos críticos en el proceso, para evitar la contaminación y asegurar la calidad de las gónadas de erizo que son principalmente de consumo en fresco.

12. Costos y financiamiento de manejo del Plan de Manejo

La evaluación de la población de erizo rojo y morado se estima en \$150,000.00 pesos anuales, actividad que realizaría el INAPESCA con apoyo logístico de los productores.

Las actividades de inspección y vigilancia pesquera requieren varios millones de pesos anuales, actividad que realizaría oficiales de pesca de CONAPESCA e inspectores de SEPESCA de BC y los productores dentro de los Comités de Inspección y Vigilancia.

La certificación de las Plantas de Proceso no es posible cuantificarla ya que cada planta invertiría en función de su situación particular.

En la investigación se requiere en principio tres millones de pesos anuales para realizar estudios de gran importancia para la población de erizo y de los mantos de algas, que podría buscar el financiamiento en Proyectos sometidos a CONACYT, CONAPESCA, INAPESCA y Gobiernos de los estados de Baja California y Baja California Sur.

13. Glosario

Aviso de arribo: Es el documento en el que se reportan a la autoridad competente los volúmenes de captura obtenidos por especie durante una jornada o viaje de pesca.

Bitácora de pesca: Es el documento de registro y control de la captura pesquera a bordo de una embarcación.

Concesión: Es el título que en el ejercicio de sus facultades otorga la SAGARPA a personas físicas o morales para llevar a cabo la pesca comercial de los recursos de la flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción nacional por un periodo de años determinado.

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONAPESCA: Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura.

CPUE: Captura por unidad de esfuerzo.

Dioico: Sexos separados.

Dimorfismo sexual: Diferencia anatómica entre sexos.

Embarcación menor: Unidad de pesca con o sin motor fuera de borda y con eslora máxima total de 10.5 metros.

Gonoductos: Orificios en el caparazón del erizo utilizados para la expulsión de sus gametos.

Gametos: Son las células sexuales de machos y hembras.

INAPESCA: Instituto Nacional de Pesca.

Mantos de Algas: Principalmente de la especie *Macrocystis pyrifera* donde habita una comunidad de flora y fauna muy diversa.

Normas: Las normas expedidas de conformidad con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

Permiso: Es el documento que otorga la SAGARPA, a las personas físicas o morales, para llevar a cabo las actividades de pesca y acuicultura que se señalan en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

Rizoide: Organismo de fijación del alga al sustrato.

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

SEMAR: Secretaría de Marina.

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEPESCA: Secretaría de Pesca del Estado BC o BCS.

Veda: Es el acto administrativo por el que se prohíbe llevar a cabo la pesca en un periodo o zona específica, establecido mediante acuerdos, o normas oficial con el fin de resguardar los procesos de reproducción y reclutamiento de una especie.

14. Referencias:

Andrew NL, y Agastuna, E Ballesteros, A Baxhin, E P Creaser, DK Barnes, LW Botsford, A Bradbury, A Campbell, JD Dixon, S Einarsson, P Gerring, KHebert, M Hunter, SB Hurt, CR Johnson, MA Juinio-Menez, P Kalvass, RJ Miller, CA Moreno, JS Paleiro, D Rivas, SM Robinson, SC Schroeter, RC Stenek, RI Vadas, DA Woodby, Z Xiaoqu. 2002. Status and management of world sea urchin fisheries. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*, 40: 343-425.

Baker, S.L. 1973. Growth of the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* in two natural habitats. Master Thesis, UCLA, San Diego, Cal., 83p.

Bostford, L.W. 2001. Physical influences on recruitment to California current invertebrate population on multiple scales. *Jour. Mar. Sci.* 58: 1081-1091.

Bureau, D. 1996. Relationship between feeding, reproductive condition, jaw size and density in the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus*. Master Thesis, Simon Fraser Univ. Burnaby, Canada. 90 p.

- Caddy JF. 2002. Limit reference points, traffic lights and holistic approaches to fisheries management with minimal stock assessment input. *Fisheries Research* 56: 133-137.
- Caddy JF. 2004. Current usage of fisheries indicators and reference points, and their potential application to management of fisheries for marine invertebrates. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences* 61: 1307-1324.
- Caddy JF y R Mahon. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. Roma.fao Documento Técnico de Pesca 347, 67 p.
- Cameron y Schroeter 1980. Sea urchin recruitment: Effect of substrate selection on juvenile distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2:243-247.
- Cowen, R. K. 1983. The effect of sheephead (*Semicossyphus pulcher*) on red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) populations: An experimental analysis. *Oecologia* (Berlin) 58: 249-255.
- Ebert, TA 1983. Recruitment in echinoderms. En: MJangoux y JM Laurence (eds.). *Echinoderms studies*. A. Balkeema, Rotterdam. pp:169-203.
- Ebert, TA. 2008. Longevity and lack of senescence in the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus*. *Experimental Gerontology* 43:734-738.
- Ebert TA y JR Southon. 2003. Red sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus*) can live over 100 years: confirmation with A-bomb 14carbon. *Fisheries Bulletin* 101(4): 915-922.
- INP 2000. Sustentabilidad y Pesca Responsable de México. Evaluación y Manejo. Capítulo: Erizo de mar, *Strongylocentrotus franciscanus* Editado por El Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP 30-324 p.
- Jurado-Molina, J., J.S. Palleiro-Nayar y N.L. Gutiérrez. 2009. Developing a bayesian framework for stock assessment and decision analysis of the red sea urchin fishery in Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas* 35(2):183-193.
- Kato, S y SC Schroeter. 1985. Biology of the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* and its fishery in California. *Mar. Fish. Rev.*, 47:1-20.
- Kenner, M.C. 1992. Population dynamics of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* in a central California kelp forest: recruitment, mortality, growth and diet *Marine Biology*. 112:107-118.
- Leighton, D. 1971. Grazing activities of benthic invertebrates in southern California: kelp beds. *Pac. Sci.*, 20(1):104-113.
- Malagrino 1972. Extracción y preservación de las gónadas de erizo de mar. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Marinas UABC, México. 52p.
- Matitison, J.E. and J.D. Trent, A.L. Shanks, T.B. Akin, and J.S. Pears. 1977. Movement and feeding activity of red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) adjacent to a kelp forest. *Marine Biology*. 39:25-30.
- Miller, B.A. y R.B. Emlet. 1997 The influence of shore hydrodynamics on larval abundance and settlement of the sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* and *Strongylocentrotus purpuratus* in the Oregon upwelling zone. *Marine Ecology Progress Series* 148: 83-94 p.
- Morgan, LE, S Wing, W. Botsford, C Lundquist y JM Diehl. 2000. Spatial variability in red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* recruitment in northern California. *Fisheries Oceanography*, 9:83-98.
- Mottet, MG 1976. The fishery biology of sea urchin in the family *Strongylocentrotidae*. Wash. Dep. Fish. Tech. Report, 20:1-66.
- Mottet, M.G. 1976. The fishery biology of sea urchins in the family of the sea urchin *Strongylocentrotidae*. *Wash. Dep. Fish. Tech. Rep.* 20:1-66.
- Palleiro-Nayar, Julio. A. Lelevier, M. Navarrete y M. Romero. 1988. Biología del Erizo Rojo *S. franciscanus* y su Pesquería en Baja California. Los Recursos Pesqueros del País XXV Aniversario Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Pesca.
- Palleiro-Nayar, JS, D Aguilar Montero y JM Romero Martínez. 1996. Equinodermos: erizo de mar. En: A Sánchez-Palafox, DF Fuentes Castellanos y S García-Real Peñalosa (eds.). *Pesquerías relevantes de México*. Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP. México. 313-335.
- Palleiro-Nayar, JS, ML Salgado-Rogel, D Aguilar-Montero y JM Romero-Martínez. 2003. Análisis de la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la costa noroccidental de Baja California, México. *Journal INpesca*, 1:40-45.
- Palleiro-Nayar, JS, ML Salgado-Rogel, D. y Aguilar-Montero. 2008. La pesca de erizo morado *Strongylocentrotus purpuratus* y su incremento poblacional en Baja California, México. *Ciencia Pesquera*. 16: 29-35.
- Palleiro-Nayar, JS, O Sosa Nishisaki y G Montaña-Moctezuma. 2009. Estimación de la tasa de crecimiento corporal del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en cautiverio y en el Arrecife Sacramento, en la Bahía El Rosario, Baja California, México. *Ciencia Pesquera*. 17 (2): 21-28.

Palleiro-Nayar, JS, G Montaño-Moctezuma y O Sosa Nishisaki. 2012a. Variación espacio-temporal de la densidad poblacional de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en Baja California, México. *Hidrobiológica*. 22 (1): 28-34.

Palleiro-Nayar, JS, ML Salgado-Rogel, D. y Ma. C. Jiménez-Quiroz. 2012b. Puntos de referencia para la pesquería de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en Baja California, considerando aspectos biológicos pesqueros y ambientales. *Ciencia Pesquera*. 20 (1): 5-20.

Ruiz-López, A., D. Herrera González y J. Castro Ruiz. (1987). Análisis Anual Histológico y Productividad Orgánica Gonadal en el Ciclo Reproductivo del Erizo Rojo *S. franciscanus* Echinodermata: Echinoidea en Punta San Miguel, Ensenada, B.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Baja California. 68 p.

Salgado-Rogel, ML, J Palleiro-Nayar, D Aguilar M, JM Romero y FJ Martínez G. 2003. Indicadores de abundancia del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la costa noroccidental de México. *Journall NPesca*, 1:46-53.

Salgado-Rogel, M.L., J.S. Palleiro, D. Aguilar. 2004. Estudio comparativo de la abundancia de erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) en la costa noroccidental de la Península de Baja California. *INPESCA* 1: 46-53 p.

Salgado-Rogel, ML y JS Palleiro-Nayar. 2008. Disminución de la abundancia del erizo rojo y propuestas para su manejo en Baja California, México. *Ciencia Pesquera*, 16:37-45.

Sonnenholzner, J. 2011. Crecimiento y validación de la edad del erizo morado *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson 1857) en condiciones naturales y de laboratorio. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California.

Steneck, R.S. 1998. Human influences on coastal ecosystems: does overfishing create trophic cascades?. *Tree* Vol. 13 (11) 429-430.

Steneck, R.S. M.H. Graham, B. J. Bourque, D. Corbett, J. M. Erlandson, J.A. Estes y M. J. Tegner. 2002.

Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Env. Conser.* 29(4): 436-459.

Tegner, M. J. 2001. The ecology of *Strongylocentrotus franciscanus* and *Strongylocentrotus purpuratus*. *Edible Sea urchins: Biology and Ecology*. Editor John Miller Lawrence. 123-189 p.

Tegner J.M. y K.P. Dayton 1981. Population structure recruitment and mortality of two sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *S. purpuratus*) in a kelp forest near San Diego, California. *Marine Ecology Progress Series*. 5:255-268. 255-268.

Uría-González, L. 1994. Análisis gonadal a nivel histológico del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la Zona II Santo Tomás, B.C. 87 p.

Wing, S., L. Botsford, J. Largier y L. Morgan 1995a. Spatial structure of relaxation events and crab settlement in the northern California upwelling system. *Marine Ecology Progress Series* 128: 199-211.

Wing, S., J. Largier, L. Botsford y J. Quinn 1995b. Settlement and transport of benthic invertebrates in an intermittent upwelling region. *Limnology. Oceanography*. 40: 316-329.

Wing, S. R., L. W. Botsford, L. E. Morgan, J. M. Diehl y C. J. Lundquist. 2003. Inter-annual variability in larval supply to populations of three invertebrate taxa in the northern California Current. *Est. Coastal and Shelf Sci.* 57: 859-872.