

## EVALUACIÓN DE LAS PESQUERÍAS EN LA ZONA MEDIA Y EXTERNA DEL GOLFO DE NICOYA EN COSTA RICA



Por encargo de:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



El Proyecto Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático es un proyecto en el marco de la Iniciativa Internacional de la Protección del Clima "IKI" del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania

**Publicado por:** BIOMARCC-SINAC-GIZ

**Investigación y Reporte Técnico:** Jose Ángel Palacios

**Coordinación y Revisión:** Equipo técnico BIOMARCC-SINAC-GIZ.

**Copyright:** © 2013. BIOMARCC-SINAC-GIZ

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente

**Citar como:** BIOMARCC-SINAC-GIZ. 2013. Evaluación de las pesquerías en la zona media y externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. San José-Costa Rica. 54 pags.

**Fotografías:** Jose Ángel Palacios

**Financiamiento:** “ Proyecto Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático (BIOMARCC-SINAC-GIZ)”

Las opiniones que el autor expresa en esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones del Proyecto BIOMARCC-GIZ-SINAC.

# SINAC

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica (SINAC) es un sistema de gestión institucional desconcentrado y participativo, que integra las competencias en materia forestal, de vida silvestre y áreas silvestres protegidas del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), con el fin de dictar políticas, planificar y ejecutar procesos dirigidos a lograr la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales de Costa Rica. (Ley de Biodiversidad 1998). El SINAC está constituido por once subsistemas denominados Áreas de Conservación y su Sede Central. Un Área de Conservación es una unidad territorial administrativamente delimitada, en donde se interrelacionan actividades tanto privadas como estatales y se buscan soluciones conjuntas, orientadas por estrategias de conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales.

“El SINAC es un concepto de conservación integral que ofrece la posibilidad de desarrollar una gestión pública responsable, con la participación del Estado, la Sociedad Civil, la empresa privada, y de cada individuo del país interesado y comprometido con la construcción de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado”.

# BIOMARCC

BIOMARCC-SINAC-GIZ, es un proyecto de apoyo al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC-MINAET) ejecutado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del Ministerio Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) en el marco de su Iniciativa Protección del Clima (IKI).

El objetivo principal del proyecto es *“Incrementar las capacidades de adaptación de los ecosistemas marino-costeros de Costa Rica ante las consecuencias del Cambio Climático”* y tiene como objetivos específicos:

1. Contribuir a establecer un Sistema de Áreas Protegidas Marino - Costeros ecológicamente representativo adaptado al cambio climático.
2. Fortalecer las capacidades de gestión de las instituciones responsables del manejo de áreas de conservación marino - costeras y de otros actores locales relevantes, especialmente referentes a los desafíos del cambio climático.
3. Elaborar e implementar conceptos y mecanismos financieros para la adaptación de las Áreas Protegidas Marino - Costeras al Cambio Climático con la participación activa de los actores relevantes.
4. Establecer una plataforma de información, comunicación y cooperación (Mecanismo de Facilitación Nacional) que permita el intercambio y la transferencia de conocimientos y experiencias sobre manejo de los ecosistemas marino - costeros y su adaptación al Cambio Climático entre los actores relevantes (SINAC; MINAET; Instituciones Científicas; grupos y población locales).
5. Validar y transferir conceptos, instrumentos y estrategias desarrollados en el marco del proyecto hacia otros países de la región centroamericana

639.22

C8374e

Costa Rica. Biodiversidad Marina y Costera de Costa Rica  
Evaluación de las pesquerías en la zona media y externa  
del golfo de Nicoya en Costa Rica / Biodiversidad Marina y  
Costera de Costa Rica. - - 1ª ed. - - San José, C.R.:  
Biodiversidad Marina y Costera de Costa Rica, creación de  
capacidades y adaptación al cambio climático, 2013.

8.25 mb ; digital, archivo PDF - (Serie Técnica ; nº 10)

ISBN 978-9930-9485-9-0

1. PESCA 2. INDUSTRIA PESQUERA  
3. INVESTIGACIONES 4. NICOYA, GOLFO (GUANACAS-  
TE, COSTA RICA) I. Título

## Contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>3</b>
<b>Aspectos generales de las Regiones Pesqueras del Pacífico.....</b>	<b>4</b>
<b>Zonificación del Golfo de Nicoya.....</b>	<b>5</b>
Zona A.....	5
Zona B.....	6
Zona C .....	6
<b>Características físico-químicas del Golfo de Nicoya.....</b>	<b>7</b>
Zona A.....	7
Zonas B y C.....	8
<b>Caracterización de las flotas pesqueras. ....</b>	<b>9</b>
<b>Zonificación de las diferentes especies capturadas en el Golfo de Nicoya.....</b>	<b>11</b>
<b>Antecedentes de la pesca en el Golfo de Nicoya. ....</b>	<b>13</b>
<b>La Pesca de corvinas en el Golfo. ....</b>	<b>14</b>
<b>La pesca de camarón en el Golfo de Nicoya. ....</b>	<b>14</b>
<b>La pesca de sardina gallera en el Golfo de Nicoya. ....</b>	<b>15</b>
<b>La pesca del pargo mancha en el Golfo de Nicoya.....</b>	<b>15</b>
<b>Artes de pesca utilizados en el Golfo de Nicoya.....</b>	<b>15</b>
<b>Rendimientos históricos de las capturas en el Golfo de Nicoya.....</b>	<b>16</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>18</b>
Modelo .....	20
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>21</b>
La pesca de las Corvinas.....	22
Aspectos económicos de la pesca de las corvinas .....	25
La pesquería del camarón blanco.....	27
La pesquería camarón titi.....	28
La pesca del camarón rosado .....	29
La pesca del camarón fidel.....	30
La pesca del camarón camello .....	31

<b>Aspectos económicos de la pesca de camarones .....</b>	<b>32</b>
Camarón Blanco .....	32
Camarón tití .....	33
Camarón rosado .....	34
Camarón fidel .....	35
Camarón camello .....	36
<b>Pargo mancha .....</b>	<b>36</b>
Análisis Económico .....	37
<b>La pesca de sardina .....</b>	<b>38</b>
Análisis económico .....	39
<b>La Isla San Lucas.....</b>	<b>40</b>
Medidas de ordenación para la zona A (Isla San Lucas).....	42
Medidas de manejo para la Zona A.....	43
<b>Repercusiones del cambio climático en las pesquerías.....</b>	<b>44</b>
<b>Conclusiones sobre los recursos del Golfo de Nicoya .....</b>	<b>46</b>
Corvinas .....	46
Camarones .....	46
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>48</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>50</b>

## Introducción

En Costa Rica se comenta mucho sobre el estado de explotación de los recursos marinos de importancia comercial, cuando éstos han alcanzado una sobre-pesca. Este comentario siempre se da en forma general, cuando es notoria una disminución en los volúmenes de las capturas, acompañado usualmente por un aumento en el esfuerzo de pesca y una degradación paulatina de la calidad del ambiente.

Este sentir sobre los recursos marinos del Golfo de Nicoya se quiere exponer en todas sus dimensiones; pasar de lo general a lo particular, dejando claro su nivel actual de explotación y las posibles estrategias de manejo en la búsqueda de un uso sostenible de la actividad.

Queremos dejar claro dos puntos de vista: primero, que tal sostenibilidad es frágil ya que está en función de las condiciones ambientales y de la influencia del hombre a través de la pesca; segundo, hay que estar reajustando dichas estrategias siempre teniendo como meta la búsqueda de un equilibrio biológico y económico-social en donde ninguno de estos componentes salga desfavorecido. Esto tendrá que hacerse con base en el seguimiento de los períodos de madurez y de los parámetros poblacionales de las especies.

La evaluación y comprensión del estado de explotación de las poblaciones no sólo conlleva a evaluar el recurso biológico, sino que se hace imprescindible establecer una caracterización del hábitat marino, en donde se localiza el recurso. De lo contrario, se está valorando solamente una fase de la ecología pesquera. Caso opuesto, un estudio integral de las poblaciones marinas nos permiten establecer criterios consistentes que pueden ser propuestos en la búsqueda de las pautas para su ordenación.

Tal concepto implica un manejo óptimo de cualquier recurso renovable, no sólo desde el punto de vista de la biomasa para ser extraída, sino también considerar aquellas variables socioeconómicas que repercuten en forma directa en los usuarios del recurso y por extensión en el mismo recurso.

Estas consideraciones adquieren mayor importancia si se estudia una pesquería como un sistema dinámico compuesto por el recurso, las características de su área de distribución y el hombre interactuando en el tiempo y el espacio.

De acuerdo con Charles y Herrera (1993). Para lograr el anhelado concepto de sostenibilidad de los recursos marinos, se hace necesaria la existencia de cuatro aspectos importantes:

- *La sostenibilidad ecológica:* es fundamental que exista una capacidad y calidad del ecosistema y que cada una de las especies que lo integran se mantengan a lo largo del tiempo.
- *La sostenibilidad socioeconómica:* se centra en la economía pesquera, donde se pueda asegurar que los beneficios netos obtenidos de la actividad pesquera estén maximizados y además que exista una distribución lo más equitativa posible de las ganancias entre los usuarios del recurso.
- *La sostenibilidad comunitaria:* está centrada en la actividad pesquera, la cual acrecienta las ganancias y el bienestar de estas comunidades a un nivel social, cultural y económico que dependen directa o indirectamente de la pesca.

Ahora bien, en el centro de este triángulo conformado por los tres conceptos antes mencionados, se encuentra la sostenibilidad institucional, que trata de asegurar las estructuras de las instituciones, incluyendo también la capacidad financiera y administrativa de éstas, que permitan poner en operación e impulsar las estrategias para un desarrollo pesquero a largo plazo.

El objetivo final, que se busca con la ordenación, es lograr un desarrollo que satisfaga nuestras necesidades presentes sin ir en menoscabo de las futuras generaciones.

En la medida que las autoridades se han ido convenciendo de que la regeneración de los ecosistemas degradados resulta enormemente lenta, costosa y en muchos casos imposible, las políticas ambientales, han adquirido nueva importancia y se han encaminado a prevenir los desastres ecológicos y socioeconómicos que ello conlleva, en vez de reaccionar frente a éstos.

Parte de lo anterior se debe a que los criterios financieros, eclipsan a otros objetivos como: el social y el ecológico. Ejemplos del deterioro ambiental sobran, tales son los casos de los arrecifes, los manglares y muchos otros hábitats singulares que se están destruyendo rápidamente. La extinción de las especies se está acelerando, en 8 de las 17 zonas de pesca del mundo, el volumen de peces capturados entre 1987 y 1989 fue menor al margen inferior del que se había previsto que serían las capturas sostenidas (Rees 1993).

Todo lo cual evidencia la existencia aún de una mentalidad a corto plazo en el uso de los recursos pesqueros. El concepto de ordenación que se maneja en el presente documento es la manipulación de aquellos elementos (captura, artes de pesca y esfuerzo de pesca) que inciden sobre un recurso y su explotación de tal manera que se puedan satisfacer las necesidades del usuario y a su vez el recurso se mantenga en niveles de abundancia que le permitan auto perpetuarse, garantizando así su presencia a plazos largos.

Hay que tomar en cuenta que no existe una única salida para alcanzar los beneficios que se desean con un plan de ordenación. Por ello es necesario pensar en una gama de

alternativas cada una con sus pros y sus contras. Algunas de ellas son antagónicas y al final del camino habrá que elegir.

Un ejemplo de esto sería ¿cómo implementar medidas restrictivas al esfuerzo pesquero, cuando a la vez se tiene la necesidad de generar empleos en el sector otorgando nuevas licencias de pesca?

La elección final ante esta disyuntiva, es el compromiso de escoger aquellas alternativas que entreguen al sector pesquero los mejores beneficios posibles a costo de las menores pérdidas y que estas alternativas sean aceptadas por la mayor parte del gremio de los pescadores.

## Objetivos

Los objetivos propuestos para este trabajo son:

- Sistematizar la información científica escrita relacionada sobre aspectos físicos-químicos y biológicos-pesqueros del Golfo de Nicoya.
- Valorar el estado actual del nivel de explotación de los recursos escama y camarón para el Golfo de Nicoya.
- Establecer inferencias sobre los diferentes niveles de explotación pesquera en que se encontrarían estos recursos.
- Realizar un análisis de las pesquerías (con relación a escenarios actuales y futuros) para la zona de estudio en función de las amenazas antropogénicas y de los efectos del cambio climático.
- Realizar recomendaciones para un ordenamiento pesquero en RNVS Isla San Lucas (vedas, capturas máximas, embarcaciones o artes de pesca máximos y/o permitidos, zonificación).

Se realizó un estudio sobre la biología pesquera de los recursos de escama y camarones del Golfo de Nicoya (Zona B y C), con la finalidad de valorar su nivel de explotación pesquera de las especies, para establecer pautas de manejo para los alrededores de la Isla San Lucas.

Para lo cual se usó la literatura científica en donde los diferentes investigadores utilizaron modelos de producción excedentaria y modelos analíticos para valorar sus resultados en función de los niveles de explotación de los recursos. Se construyeron Puntos de Referencias Objetivos y Puntos de Referencia Límites con el fin de generar las pautas de manejo basados en los modelos antes mencionados, relacionada con esta investigación.

Se partió desde de las regiones pesqueras (4) en las que se divide el Litoral Pacífico de Costa Rica con sus estadísticas pesqueras. Para luego enfocarse en la región pesquera del

Golfo de Nicoya, en la que se estudiaron los diferentes aspectos físico-químicos permitiendo darnos una visión general de su estructura físico-química relacionada con las especies ahí capturadas.

En aquellas especies de escama (corvinas, pargo mancha, sardina) y los camarones blancos, que son las pesquerías que mantienen la economía de la actividad pesquera en el Golfo, así como otras especies de peces y crustáceos, el horizonte pesquero no es nada prometedor, ya que algunas de las especies estudiadas han entrado a una sobre-pesca en el reclutamiento y todas sin excepción en una sobre-pesca en el crecimiento.

## Aspectos generales de las Regiones Pesqueras del Pacífico

El Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), ha dividido el Litoral Pacífico Costarricense en cuatro regiones pesqueras, con el objetivo de establecer con mayor claridad la procedencia de los volúmenes de las capturas y poder así generar información por lugares de pesca referido a las diferentes flotas pesqueras, (**Cuadro 1**).

**Cuadro 1** Regiones y sus características pesqueras en que se divide la Costa Pacífica de Costa Rica

Característica de la Región.	Región Guanacaste (Norte).	Región Golfo de Nicoya	Región Pacífico Central (Sur).	Región Pacífico Sur
Localización de:	Conventillos a Cabo Blanco.	Cabo Blanco a Punta Judas	Punta Judas a Punta Llorona,	Punta Llorona a Punta Burica
Cotos de pesca.	34 sitios	26 sitios	9 sitios	20 sitios
Especies más capturadas	Pargo seda-dorado-pargo mancha- chatarra- tiburones-pezu marlín-pezu espada-pezu vela.	Primera pequeña – camarón-blanco-pago-mancha- chatarra-tiburones congrio-pezu vela-pezu marlín.	Chatarra-pargo mancha-dorado-pezu vela-pezu marlín	Chatarra-pargo mancha-dorado-tiburones-cabrilla.
Porcentaje de captura/región	66.3	2.8	15	15.9

Los porcentajes de las capturas por regiones y las especies más capturadas son el resultado de una investigación que se realizó para el periodo del 1993 al 2002 para un estudio de hidro-cadenas biológicas, (Palacios, 2003).

## Zonificación del Golfo de Nicoya

El Golfo de Nicoya es un estuario, que se localiza en la Costa Pacífica, su límite al sur se da, por un trazo de una línea recta imaginaria, que va desde la Isla Herradura (Latitud 9° 37' 48" Norte, Longitud 84°39'54" ) a la Punta de Cabo Blanco (Latitud 9° 33' 24" Norte, Longitud 85° 6' 47 " Oeste) localizado en la Península de Nicoya y de esta línea hacia el interior hasta llegar a la Isla Toro en la desembocadura del Río Tempisque (**Fig. 1**).

Abarca un área de aproximadamente 1 540 km<sup>2</sup>, su extensión es de aproximadamente 80 km a lo largo de su eje central, que va desde la Isla Toro hasta la boca del Golfo.

El Golfo, se ha dividido en tres zonas (INCOPECA, 1996); esta nueva división se realizó a la luz de las diferentes investigaciones y la necesidad de zonificación para la implementación de vedas (Valdés et al. 1987, Palacios, 2000, Brenes et al. 1996) que se han venido ejecutando en donde se ha valorado el nivel de sobrepesca de los recursos marinos, surgiendo la necesidad de implementar medidas de ordenación. Esto con la finalidad de procurar un manejo racional, en lo referente al equilibrio que debe existir entre la tasa de renovación del recurso y su tasa de explotación a la que están siendo sometidas estas poblaciones de peces y crustáceos. A esto hay que agregarle que el Golfo fue el centro pesquero más importante del país y en la actualidad existe una considerable actividad pesquera en sus aguas. Además representa un refugio natural para una gran variedad de especies marinas (Campos, 1991).

El Golfo de Nicoya, presenta magnitudes de clorofila (a) entre 1-16 mg /m<sup>3</sup> con una productividad promedio de 450 g C / m<sup>2</sup> año (Córdoba, 1993), por lo que se ubica entre los estuarios más productivos del mundo. La clorofila (a) es más alta en la época lluviosa que en la seca y se acentúa en la Costa Oriental del Golfo, (Calvo, 2002).

### Zona A

Golfo Interior, es el área comprendida entre una línea recta imaginaria que va desde el faro del antiguo Muelle Grande de Puntarenas (Latitud 9° 58' 18" Norte, Longitud 84° 49' 48" Oeste) hasta la parte más Oriental de las Islas Negritos (Latitud 9° 48' 18" Norte, Longitud 84° 49' 48" Oeste). De esta línea hacia el interior del Golfo hasta la Isla Toro en la desembocadura del Río Tempisque.

Esta es un área dominada por el flujo de agua dulce de dicho río y en la cual se puede observar los máximos gradientes espaciales de las propiedades físico-químicas del agua. Durante los meses de verano cuando el caudal del Río Tempisque disminuye sensiblemente; la onda de marea transporta aguas con salinidades superiores a 29 ppm hasta esta zona, de manera que alrededor de esta época se pueden observar períodos de reproducción de camarón blanco (Alfaro, J., et al. 1993) y, en lo que se refiere a la época lluviosa, estos períodos de reproducción quedan condicionados al menor período de lluvia y a otros parámetros físico-químicos en esta zona. Es una zona de reproducción, reclutamiento, protección y alimentación de larva y juveniles de peces, crustáceos y moluscos, (Palacios, 2000).

La zona A está rodeada en su mayor parte por bosque de mangle – alrededor de un 80% de la cobertura total del golfo (12 140 ha); su batimetría no supera los 20 m, a excepción de la fosa que se localiza entre la Isla San Lucas y Puntarenas que alcanza los 44 m. La cual luego se interna buscando la dirección noroeste (Punta Morales). Además se caracteriza por presentar un fondo fino de limo y arcilla rica en materia orgánica (Vargas et al. 1984), la cual es aportada por los manglares, dieciséis ríos y tres quebradas. El río que mantiene una mayor influencia durante todo el año es el Río Tempisque. La pluma de éste se extiende a lo largo de 10 km en dirección noreste (Brenes y León, 1995).

### **Zona B**

Golfo Medio, es una zona intermedia que se ubica entre una línea recta que va desde Punta Agujas (Latitud 9° 58' 18" Norte Longitud 84° 49' 48" Oeste) hasta el faro ubicado en la parte más oriental de las Islas Negritos (Latitud 9° 48' 18" Norte, Longitud 84° 49' 48" Oeste) en la Península de Nicoya y de esta línea al límite con la zona anterior. Es una zona de reproducción de la sardina gallera, del camarón blanco, pargo mancha y refugio para la alimentación de los juveniles de barracuda y del atún (Rojas, 1997, Villarreal, 1999, Palacios, 2000 y Vega, 2010).

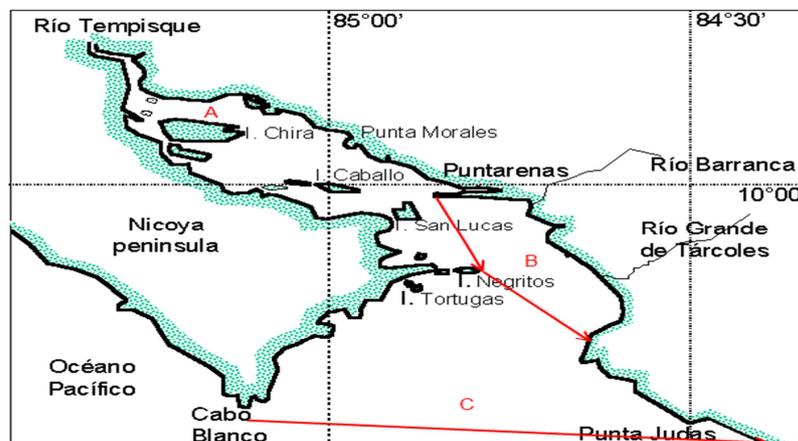
En esta región los parámetros físicos del agua experimentan fuertes procesos de mezcla, producto de la interacción del agua oceánica y el agua dulce proveniente de la parte más interna del golfo (Río Tempisque). Es una zona de reproducción de camarón blanco y de la sardina gallera.

### **Zona C**

Golfo Exterior, es el área comprendida entre una línea recta imaginaria que va desde la Isla Herradura (Latitud 9° 37' 48" Norte, Longitud 84° 39' 54" Oeste) hasta la Punta de Cabo Blanco (Latitud 9° 33' 24" Norte, Longitud 85° 6' 47" Oeste) localizado en la Península de Nicoya y de esta línea hasta el límite de la zona anterior.

Es una zona que se extiende desde la boca del golfo hasta las Islas Negritos, las cuales se comportan como una barrera física para las aguas de la plataforma continental que fluye hacia el interior del Golfo por el extremo occidental. En esta zona la influencia de esta agua es muy fuerte y normalmente los parámetros físico-químicos fluctúan con ciclos estacionales de dichas aguas.

En esta área es posible observar un frente salino que se forma entre las islas citadas y la desembocadura del Río Grande de Tárcoles. La margen oriental de esta zona son áreas de crianza, de reproducción y crecimiento de sardinas, camarón blanco, pargo mancha, cabrilla, congrio, camarón rosado, fidel y titi.



**Figura 1** División del Golfo de Nicoya, en tres zonas de pesca

## Características físico-químicas del Golfo de Nicoya.

### Zona A

Es claro que el Golfo de Nicoya es un estuario típico donde se puede encontrar estratificación vertical de parámetros físico-químicos como: temperatura y salinidad (Vohoris et al. 1983, Lizano, 1998, Lizano y Alfaro, 2004, Lizano y Vargas, 1993, Brenes et al. 2001), pero también se puede encontrar estratificación vertical de flujos de agua entre la superficie y el fondo. Esta estratificación de flujos es menor en la parte más interna de esta zona, dada la menor profundidad. La época de verano también contribuye a la poca estratificación encontrada, ya que este cuerpo de agua justamente se comporta como un estuario pasivo alrededor de esta época (Peterson, 1958)

Conforme las profundidades se van haciendo mayores y las descargas de los ríos se hacen más significativas durante la estación lluviosa, los cambios de la marea en la Zona A muestran un desfase con respecto a la marea de Puntarenas, siendo diferente en la superficie y fondo, y mayor conforme se alejan de Puntarenas. Pero el cambio siempre se siente primero en el fondo en todas ellas, evidenciando una transferencia más inmediata de la onda de marea en las capas profundas, una característica típica de estuarios de cuña salina (Lizano, 1998).

En general, el flujo en esta parte interna es hacia dentro del golfo cuando la marea sube, y hacia fuera cuando la bajamar, siguiendo el eje del golfo y el gradiente de profundidad. Esto es más evidente a la mitad de los ciclos de marea, que es cuando el flujo de la marea está bien definido. Sin embargo, justo alrededor de los máximos de marea (alta y baja respecto a Puntarenas), el flujo no está claramente definido, y pueden encontrarse en esta región estratificaciones de flujos hasta con diferente dirección. En todos los casos, las velocidades son mayores en superficie que en el fondo; esto último asociado a la fricción (Lizano y Alfaro, 2004).

### **Zonas B y C**

En el exterior del Golfo hay más variación vertical de la magnitud y dirección de las corrientes y la temperatura. Pero además, la circulación es muy particular en un eje transversal Tárcoles-Negritos. Las direcciones de flujo parecen ser contrarios alrededor de un período particular del ciclo de marea. Es decir, mientras que por el lado del Tárcoles. El flujo de agua es hacia el exterior del Golfo en superficie, por el lado de Negritos, es hacia el interior por la superficie y por el fondo. Esto evidencia una dinámica distinta de los flujos de agua en el exterior del Golfo a lo largo de este eje transversal durante el ciclo de marea. Esto también ha sido inferido desde mediciones termohalinas realizadas por Vohoris y colaboradores (1983).

En general, los desfases de la marea de las estaciones en todo el Golfo respecto a la marea predicha para Puntarenas, las variaciones del vector velocidad y la temperatura dependen también del ámbito de la marea alrededor del cual se realizan las mediciones. Grandes ámbitos de marea pueden retrasar el arribo, o quiebre de la marea, por la fricción generada tanto en el fondo como entre capas, de los flujos hacia y desde el interior del Golfo de Nicoya (Lizano y Alfaro, 2004).

Los resultados de este estudio demuestran que la circulación del Golfo de Nicoya no puede ser considerada como una masa de agua uniforme que entra y sale, en respuesta a la onda de marea, como ha sido simulado con modelos de circulación unidimensionales. Además de mostrar estratificación vertical de flujos, la circulación es más compleja, principalmente en la parte externa. Hay diferencias espaciales y a través de la columna de agua, tanto en

magnitud como en dirección. Modelos costeros de circulación tridimensional, son requeridos para estudiar apropiadamente estos cuerpos de agua (Lizano y Alfaro, 2004).

En el **Cuadro 2**, se presenta las características físicas y químicas del Golfo por zonas.

**Cuadro 2** Diferenciación física de la Zona Interna y Externa del Golfo de Nicoya

<b>Variables</b>	<b>Zona B y C</b>	<b>Zona A</b>
<b>Profundidad</b>	50-200 m	0-20 m
<b>Ancho máximo</b>	34 km	20 Km
<b>Tipo de sustrato</b>	Arenoso	Fangoso –arenoso
<b>Salinidad promedio</b>	33%	25%
<b>Morfología costera</b>	Playas y zonas rocosas	Manglares
<b>Aporte de nutrientes</b>	Aporte oceánico	Arrastre fluvial
<b>Temperatura promedio</b>	26 °C	29 °C
<b>Abertura</b>	40 km en la desembocadura (Zona C)	8.8 km frente a Puntarenas
<b>Área total</b>		1.340 Km <sup>2</sup>
<b>Eje central</b>		92 Km
<b>Ancho promedio</b>		12.8 km

Fuente: Vohoris et al.1983, Lizano y Vargas 1993, Villalobos y Hernández, 1997, Lizano, O. 1998, y Brenes et al. 1996, Lizano, O & E. Alfaro, 2004, UNA-JICA-INCOPECA, 2007.

### Caracterización de las flotas pesqueras.

Está compuesta por 6 tipos de flotas: La Pesquería Artesanal Manual (PAM), Pesquería Artesanal Pequeña (PAPE), Pesquería Artesanal de Mediano Alcance (PAMA), Pesquería Semi-Industrial (PSI), Pesquería Industrial (PI) y la Pesquería Artesanal Avanzada de Altura (PAAA), esta no trabaja en el Golfo de Nicoya, **Fig. 2**).



**La Pesquería Artesanal Manual (PAM)**



**Pesquería Artesanal Pequeña (PAPE)**



**Pesquería Artesanal de Mediano Alcance (PAMA)**



**Pesquería Semi-Industrial (PSI)**



**Pesquería Industrial (PI)**



**Pesquería Artesanal Avanzada de Altura (PAAA)**

**Figura 2** Tipos de flotas que operan en Costa Rica y fuera de nuestro Mar Patrimonial

En el **Cuadro 3** se caracteriza cada una de las flotas que operan en Costa Rica, referido a su composición, artes de pesca, zonas de pesca y especies.

**Cuadro 3** Características de las flotas pesqueras de Costa Rica

Características	Flotas pesqueras de Costa Rica					
	PMA	PAPE	PAMA	PSI	PI	PAAA
Composición de la flota	Botes	Pangas, con motor fuera de borda	Lanchas con motor infraborda	Embarcaciones con motor infraborda	Embarcaciones con motor infraborda	Embarcaciones con motor infraborda
Eslora (m)	4	6	8	25	28	35
Especies objetivo	Corvina, robalos	Corvinas, camarón, barracuda pargo mancha	Barracuda, tiburón, cabrilla, congrio, dorado.	Sardina y escama	Camarones (blanco, titi, rosado, fidel, camello) y chatarra, congrio, corvinas, cabrilla	Picudos (vela, marlín, espada) tiburones, atunes, dorado
Zona de pesca	Zona A	Zona A y B		Zona B y C	Zona B y C	Fuera del Golfo
Artes de pesca	Cuerda	Cuerda, línea de fondo, línea taiwanesa, red de enmalle	Palangre	Red de cerco	Red de arrastre	Long-line
Potencia del Motor (Hp)	remo	25 Fuera de borda	100 a 200 Motor infraborda	360 a 400 Motor infraborda	360 a 400 Motor infraborda	600 a 800 Motor infraborda

### Zonificación de las diferentes especies capturadas en el Golfo de Nicoya.

Se hace una distribución de la abundancia en función de las capturas históricas (**Cuadro 4**), pero algunas de las especies casi se pueden considerar ausentes de algunas de las zonas, como lo son: corvina coliamarilla, corvina agria, camarón titi, cabrilla, congrio, corvina guavina. Esto por el excesivo esfuerzo de pesca que se ha ejercido sobre estas poblaciones.

**Cuadro 4** Especies de peces y crustáceos más representativos y las respectivas artes de pesca, con las que son capturadas por zonas en el Golfo de Nicoya

Especies más representativas en las capturas	Arte de pesca	Zona C	Zona B	Zona A
Peces				
Congrio ( 6 especies)	LF-A	AA	A	A
Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> )	P	AA	A	A
Cabrilla (5 especies)	LF	AA	A	A
Anguila ( <i>Cynoponticus coniceps</i> , <i>Echiopsis brunneus</i> )	LF	AA	PA	PA
Pargo mancha ( <i>Lutjanus guttatus</i> )	LF-RA-RE	AA	AA	PA
Pargo guacamayo ( <i>Lutjanus colorado</i> )	LF-RE-C	MA	A	A
Pargo rojo ( <i>Lutjanus colorado</i> )	C	MA	PA	PA
Chatarra(44 especies de 17 familias)	RE-LF-C-LT-RA	AA	AA	AA
Barracuda ( <i>Sphyraena ensis ensis</i> )	C	AA	AA	PA
Tiburones pequeños	RE-C-LF-LT	AA	MA	PA
Sardina gallera (3 especies)	C	AA	AA	PA
Macarela ( <i>Scomberomorus sierra</i> )	C	AA	MA	PA
Corvina reina ( <i>Cynoscion albus</i> )	C-LT-RE	MA	PA	AA
Corvina aguada( <i>Cynoscion squamipinnis</i> )	C-LT-RE	MA	PA	AA
Corvina picuda ( <i>Cynoscion phoxocephalus</i> )	C-LT-RE	MA	PA	AA
Corvina coliamarilla ( <i>Cynoscion stolzmanni</i> )	C-LT-RE	MA	PA	PA
Corvina agria ( <i>Micropogonias altipinnis</i> ).	C-LT-RE-LF-RA	AA	AA	MA
corvina zorra ( <i>Menticirrhus nasus</i> )	C-LT-RE-LF-RA	MA	MA	A
Corvina rayada ( <i>Cynoscion reticulatus</i> )	C-LT-RE-LF-AR	MA	MA	MA
Corvina guavina ( <i>Nebris occidentalis</i> )	C-LT-RE-LF-RA	AA	MA	PA
Crustáceos				
Camarón blanco ( <i>Litopenaeus spp.</i> )	R A-RE	AA	AA	AA
Camarón titi ( <i>Xiphopenaeus riverti</i> )	RA	AA	AA	PA
Camarón conchudo ( <i>Trachypenaeus brydi</i> )	RA	PA	PA	AA
Camrón rosado ( <i>Farfantepenaeus brevirostris</i> )	RA	AA	A	A
Camarón fidel ( <i>Solenocera agassizii</i> , <i>S. foca</i> )	RA	AA	A	A
Camarón camello( <i>Heterocarpus vicarius</i> , <i>H. affinis</i> )	RA	AA	A	A

PA (Poca Abundancia), MA (Mediana Abundancia), AA (Alta Abundancia), A (ausente). P= palangre, C= cuerda , RE= red de enamalle, LF= línea de fondo, LT= línea taiwanesa , MO = manual y otros, RA= arrastre, .RC = red de cerco..

En un estudio realizado por la dirección de investigación del INCOPECA en el año 2004 se estableció el aporte porcentual de las capturas de escama y camarones de la pesca artesanal en cada zona del Golfo (Araya y Vásquez, 2005) (**Cuadro 5**).

**Cuadro 5** Capturas de pescado y camarón por zonas, Golfo de Nicoya, 2004

Zona	Pescado-camarón (TM)	%	Pescado	%	Camarón	%
A	3,81	15,58	3,2	13,79	0.624	47,20
B	7,41	30,31	6,75	29,18	0.644	48,71
C	13,22	54,09	13.20	57.04	0.054	4,08

Fuente: Araya y Vásquez, 2005.

## Antecedentes de la pesca en el Golfo de Nicoya.

En lo que respecta a la producción de escama (primera grande, primera pequeña, clase y chatarra) en el Golfo de Nicoya. La producción total histórica de pescado (desembarques de la flota artesanal) ha tenido un desarrollo en el que se distinguen cuatro etapas por las que transita una pesquería a través de su historia: **inicio, desarrollo, máximo desarrollo y su declinación** (Solórzano y Fallas, 1985).

En la primera etapa (1952 hasta 1965) el pescado creció en forma gradual y no mostró grandes variaciones. Durante este período de trece años la producción creció a razón de 42.61 TM anuales en promedio.

En la segunda etapa (desde 1965 hasta 1971) la producción se incrementó grandemente a razón de 151.2 TM anuales en promedio.

En la tercera etapa (desde 1972 hasta 1976) se dio un salto brusco en la producción de pescado, la cual creció a razón de 303.19 toneladas anuales en promedio. A partir de 1977 la producción muestra una tendencia a disminuir a razón de 101.2 toneladas anuales en promedio, a pesar de que en el 2000 se obtuvo un nivel de producción con 4800 toneladas métricas.

Pasado este máximo obtenido en 1975-1976, la pesca de escama del golfo entra en un proceso de disminución progresivo en las capturas, lo que se conoce como una sobre-pesca en el crecimiento, para el año 2009 se obtuvo una captura de 228 TM. La pesquería artesanal tradicionalmente ha operado en la Zona A, en virtud de que el recurso máspreciado del Golfo son las corvinas. Hasta 1977 esta zona aportó en promedio un 63% a la

producción artesanal. Sin embargo, posterior a este año, por las medidas de administración impuestas por la Dirección de Recursos Pesqueros y Acuicultura y por disminuciones importantes en el rendimiento de la Zona A, la flota comenzó a desplazarse hacia las Zonas B y C, en busca de mejores capturas, lo que implicó una adición al esfuerzo de pesca que ya tenían estas zonas. TM (Solórzano y Fallas, 1985, Villalobos y Hernández, 1997, Palacios, 2007). La actividad pesquera en el Golfo ha venido subsistiendo, en la actualidad sobre cuatro recursos: los camarones blancos, las corvinas, pargo mancha y la sardina gallera.

### **La Pesca de corvinas en el Golfo.**

La captura sobre esta familia (Scianidae) se ha centrado en las corvinas: reina, aguada, agria y picuda. El reporte de sus capturas comienza al parecer en 1952. Ha sido un recurso que lo han capturado con cuerda, línea taiwanesa, redes de enmalle, con red de arrastre y de cerco.

Como grupo alcanzó sus máximas capturas en 1975, para luego entrar en una etapa de sobre-explotación pesquera. La cual se extiende hasta la fecha (Madrigal, 1985 y 1986, Lai y Campos, 1989, Lai et al. 1993, Mug-Villanueva et al. 1994, Vásquez, 1999, Palacios, 2007).

### **La pesca de camarón en el Golfo de Nicoya.**

En lo que respecta a la producción de camarones en el Golfo de Nicoya, este recurso está constituido principalmente por los camarones pequeños (tití), el camarón blanco, y en menor grado el camarón rosado y el camarón fidel.

La producción camaronera en el Golfo se inicia en 1952 con la captura del camarón blanco (*Litopenaeus occidentalis*, 62%, *Litopenaeus stylirostris*, 30% y *Litopenaeus vannamei*, 2%, para 1978), realizada por la pesca de arrastre y a partir de 1980 se captura con red de enmalle por parte de la flota artesanal.

En 1956 se registran las primeras capturas del camarón tití (*Trachypenaeus byrdi* y *Xiphopenaeus riverti*). La máxima producción para estas dos especies de camarones fue obtenida en 1971 con 1 412 TM, cuatro años antes de que se obtuviera la de escama. En 1975 se declara veda permanente para los barcos de arrastre en la Zona A del Golfo, pero no así en la Zona B y C (Gutiérrez, 1985). El esfuerzo pesquero fue aumentando desde 4 barcos hasta 79 en 1996, en la actualidad existen 22 embarcaciones. En la flota artesanal se

empezó con 502 lanchas ya para el año 2000 se tenían 2117. Desde 1986 se declara una veda para redes de enmalle en la parte interna del Golfo.

Como se puede apreciar el esfuerzo pesquero ha venido creciendo pero no así las capturas, las cuales han venido en decadencia conforme se ha aumentado el esfuerzo, este fenómeno se ha manifestado un año después de que se alcanzó la producción máxima. Entre los años de 1952 a 1960 se da la fase de poco crecimiento y entre los años 1960 a 1971 se presentó la fase de crecimiento y entre 1976 a 1996 se visualizan magnitudes con desviaciones positivas y negativas, para caer en desviaciones negativas respecto a su promedio histórico a partir de 1999, (Vítola, 1985, Angulo, 1993, Alfaro et al. 1993, Alfaro y Vega, 2011, Castro, 1999, Palacios, 2000 y 2007, Hernández, 2011).

### **La pesca de sardina gallerá en el Golfo de Nicoya.**

Ya es conocido el colapso que sufrió la población de sardina en el Pacífico Costarricense, cuyo Rendimiento Máximo Sostenido (7486 TM), calculado por Stevenson y Carranza (1981) fue sobrepasado en los años 1974-1975, lo que redujo drásticamente las capturas de los años subsiguientes. La producción de sardina en el golfo en los últimos años ha disminuido en 248 TM para el año 2009, (Stevenson y Carranza 1981, Rodríguez et al. 1989, Soto, 1999a, Soto y Rodríguez, 1999b, Vega, 2010, Palacios, 2012).

### **La pesca del pargo mancha en el Golfo de Nicoya.**

Su captura a nivel comercial se inicia en 1993, alcanza su máxima captura en 1997, pasado este año presenta signos de sobre-explotación. Es capturado con línea de fondo, con cuerda, red de enmalle y red de arrastre. Su mayor abundancia se da en el cono peninsular (Siefke, 1995, Villarreal, 1999, Rojas, 1997, Araya y Vásquez, 2002, Araya et al. 2007).

### **Artes de pesca utilizados en el Golfo de Nicoya.**

En el 2004 se realizó una investigación por el Departamento de Investigación y Desarrollo del INCOPECA (UNA-JICA-INCOPECA 2007) sobre los volúmenes de captura de las artes de pesca que más utilizados en el Golfo, las cuales son: la red de enmalle, la cuerda, la línea de fondo, la línea taiwanesa y la-long-line.

Los resultados obtenidos sobre las capturas mediante cada arte de pesca muestran que la red de enmalle captura un 73%, siendo la más efectiva y le sigue la línea de fondo y la taiwanesa con 21.4 %, para la Zona A, B y C.

La pesquería con la línea de fondo principalmente se realiza en la Zona B y C. Cerca del 80% de las capturas provienen de la Zona C, el 14 % de la Zona B y un 6% de la Zona A. La principal especie capturada con este arte de pesca es el pargo mancha, que presenta los mayores volúmenes de capturas, seguido por el congrio rosado.

En el **Cuadro 6** se presentan los rendimientos obtenidos con la red de enmalle – el arte de pesca más efectivo – por especies capturadas en el Golfo de Nicoya para el periodo 2002-2005. La corvina reina y corvina aguada presenta el mayor porcentaje promedio y le sigue el camarón blanco y la corvina picuda.

**Cuadros 6** Capturas (TM) de las principales especies capturadas con la red de enmalle, en el Golfo de Nicoya, 2002 – 2005

Especies	Años				Promedio	%
	2002	2003	2004	2005		
Corvina reina	228	213	154	221	204	9.3%
Corvina aguada	166	258	232	142	199	9.1%
Camarón blanco	122	139	152	153	141	6.4%
Corvina picuda	131	169	119	122	135	6.2%
Vieja trompuda	104	72	123	58	89	4.1%
Pargo mancha	98	78	78	47	75	3.4%
Robalo spp.	51	89	84	69	73	3.3%
Total (inside Gulf)	1783	2178	2485	2349	2199	100.0%

Fuentes: UNA-JICA-INCOPECA, 2007

## Rendimientos históricos de las capturas en el Golfo de Nicoya.

La pesquería desarrollada en el Golfo es aparentemente antigua, pero se conoce la producción pesquera total desde 1952, año en que se registraron desembarques de 188.5 TM de pescado y mariscos. Durante los siguientes quince años (período de 1952 a 1966)

hubo un incremento gradual hasta alcanzar desembarques de 1866.7 TM en 1966. El rendimiento en este período creció con un promedio de 110. 87 toneladas anuales.

A partir de 1967 el aumento en la producción fue abrupto y sostenido hasta 1976, año donde se desembarcaron 7288 TM (mayor producción anual lograda). Este período aumento a razón de 602.4 toneladas anuales en promedio. A partir de 1977 se inició una tendencia a disminuir los desembarques a los niveles alcanzados en 1972-pese al mayor esfuerzo aplicado. De 1977 al 2005 ha mantenido un promedio anual de 3704 TM (Solórzano, N. & L. Fallas. 1985, Palacios J. A. 2007).

El Golfo de Nicoya fue la región pesquera, más productiva en la captura de escama y de crustáceos del Litoral Pacífico. Este *status* lo adquirió por sus aguas relativamente tranquilas, su sistema insular, sus bosques de manglar y la influencia de sus ríos. Este ecosistema generó una alta densidad de poblaciones de peces y crustáceos y además una elevada biodiversidad. Este panorama permitió en el inicio de estas pesquerías la aplicación de un mínimo esfuerzo de pesca para la obtención de excelentes capturas.

La tecnificación del agro en la zona provocó una migración hacia la Costa, lo que produjo una presión y una dependencia hacia los recursos marinos del Golfo. Esta dependencia se fue acrecentada a través de los años hasta la actualidad, extrayendo unos recursos en decadencia (Villalobos y Hernández, 1997, Marín, 2000, Tabash, 2006, Palacios, 2007b).

Esto se puede apreciar en el **Cuadro 7** donde se comienza a notar un agotamiento en los rendimientos a partir del año de 1972, en el camarón blanco y escama en 1977. Según un estudio de hidro-cadenas biológicas para la pesca de escama de la Flota Artesanal de Pequeña Escala (1995-2000), realizado para el Consejo Nacional para Producción (CNP), se encontró que el Golfo de Nicoya aportó un 3% de la producción total del Pacífico de Costa Rica (Palacios, 2003). Otro estudio (UNA-JICA-INCOPECA, 2007) indica un porcentaje de 29% para el Golfo, contra un 71% para la parte externa, aquí se tomó en cuenta todas las flotas excepto la Pesquería Artesanal Avanzada de Altura (PAAA).

Para este Golfo la actividad pesquera presenta signos de agotamiento en sus volúmenes de capturas debido al excesivo esfuerzo de pesca, artes de pesca ilegales y no respetar los periodos de vedas.

**Cuadro 7** Historial pesquero de la tasa promedio relativa de las capturas de las principales especies en el Golfo de Nicoya

Evolución de la tasa de captura relativa anual.		Primera grande –primera pequeña-clase y chatarra	Camarón blanco y titi	Sardina gallera	Pargo mancha
Tasa	crecimiento %	13.2	10	36.4	12.5
	período	1952-1976	1952-1971	1966-1975	1993-1997
	decrecimiento %	-5.5	-10.4	-18.4	-13.6
	período	1977-2010	1972-2005	1976-2008	1998-2005

## Metodología

Se buscó en la literatura científica y en documentos relacionados con aspectos físico-químicos y sobre la biología pesquera de las especies del Golfo de Nicoya. Se trabajó con estadísticas de capturas obtenidas al momento por el INCOPECA para el período de 1952 al 2005. Durante estos 60 años diferentes tipos de pesquería han nacido del proceso de extracción dentro del Golfo de Nicoya. Con base las estas capturas se han estimado modelos determinísticos, generalmente cuadráticos con los que se obtuvieron las proyecciones de las capturas en función de su tasa de explotación hasta el año 2020, lo que permite establecer puntos de referencia, con lo cual se valora los diferentes estados de explotación de los recursos con respecto a su manejo pesquero.

Los objetivos a largo plazo que se requieren para el Golfo en su gestión pesquera deben tomar en consideración: la investigación científica pesquera y la dinámica de las poblaciones, así como las alteraciones climáticas y factores de contaminación que puedan afectar a los stocks.

Para definir esos objetivos se deben tomar en consideración esencialmente aquellos valores de los niveles de pesca que permitan las mayores capturas en peso, garantizando a la vez la conservación de los stocks. Se toman también en consideración los valores extremos de la biomasa virgen (Bv) o de nivel de la tasa explotación por pesca (E), que podrían afectar gravemente la capacidad de auto-renovación de los stocks. Estos valores del nivel de pesca, de captura y de biomasa son conocidos como puntos de referencia biológica (PRB). En este reporte se destacarán algunos de los diferentes tipos de PRB (Caddy y Mahon, 1995, FAO, 1996, Cadima, 2003).

Los Puntos de Referencia Objetivo Biológico (PROs) son valores aconsejables del nivel de mortalidad por pesca o del nivel de la biomasa virgen que procuran una explotación de los stocks que sea sostenible a largo plazo, con la mejor captura posible. Por ello, a estos puntos también se les llama *Puntos de Referencia para la Gestión*.

Los *Puntos de Referencia- Límite Biológico* (PRLs) son valores máximos de la mortalidad por pesca o valores mínimos de la biomasa que no deben ser superados. En caso contrario, se considera que se pone en peligro la capacidad de auto-renovación del stock. En los casos en que la intensidad de pesca sea ya excesiva, los PRLs pueden ser útiles para corregir la situación o para evitar su empeoramiento. Desde este punto de vista es importante dejar claro cuáles son las suposiciones de base adoptadas, a fin de poder valorar las consecuencias en las capturas y abundancias de los stocks (Cadima, 2003).

Es importante notar que para los Puntos de Referencia Biológica mencionados anteriormente: su estimación presupone un patrón relativo de explotación dado en función de la abundancia y disponibilidad del recurso (Cadima, 2003).

La evaluación de los puntos de referencia biológica deberá ser actualizada, tomando en consideración posibles alteraciones en los parámetros biológicos o cualquier otra corrección en la intensidad del esfuerzo pesquero que se ejerciera sobre la estructura poblacional del recurso objeto de captura (Cadima, 2003).

Por último la ordenación pesquera exige información y por tanto otros indicadores sobre la dimensión social, económica y política que superan con mucho los límites de las poblaciones ícticas y la actividad pesquera.

Con base en el planteamiento anterior se construyó una escala de indicadores y juicios de valores para la relación costo-beneficios de los recursos marinos, para los PROs del Máximo Rendimiento Sostenible Económico (MRSE), el Máximo Rendimiento Sostenible Social (MRSS) y el Máximo Rendimiento Sostenible Biológico (MRSB) (**Cuadro 8**).

**Cuadro 8** Tasa de explotación (F/Z) en función de Puntos de Referencia PROs y PRLs (Fuente: Palacios 2003)

Niveles de salud	MRSE	MRSS	MRSB	Niveles económicos de la actividad pesquera (%)
Muy bueno	0 a 0.375	0 a 0.44	0 a 0.44	100 a 90
Bueno	0.375 a 0.50	0.44 a 0.50	0.44 a 0.50	90 a 80
Medio bueno	0.50 a 0.75	0.50 a 0.75	0.50 a 0.75	80 a 75
Malo	0.75 a 0.91	0.75 a 0.91	0.75 a 0.91	75 a 9
Muy malo	0.91 a 1.0	0.91 a 1.0	0.91 a 1.0	9 a 0

## Modelo

Se presenta una alternativa para la evaluación pesquera, partiendo de una base de datos de captura y su fecha. El modelo propuesto sigue las mismas asunciones del modelo de Graham (1935), Schaefer (1954) y Gulland, (1983).

El modelo descansa en los siguientes postulados:

1. Se captura sobre un stock unitario o grupos de especies con crecimiento y mortalidades parecidas.
2. No existe un comportamiento diferencial entre sexos, ignora el efecto de edad, lo que interesa es el stock susceptible a la captura.
3. Durante la captura no existe inmigración, ni emigración en los cotos de pesca.
4. Se trabaja sólo con las capturas, los cambios tecnológicos son reflejados en las mismas capturas.
5. Puede trabajar con especies de vida larga, como especies de vida corta (camarones o pequeños pelágicos).
6. Requiere de una serie completa de años, sin interrupción. Pero no implica que se pueda evaluar año a año una pesquería incipiente.
7. Supone respuestas “instantáneas” del recurso, en la medida que no existan grandes fallas en el reclutamiento y que se le dé al stock suficiente tiempo para ajustarse a la presión de pesca y que ésta no se incremente en demasía.
8. La tasa instantánea de mortalidad natural es constante desde la entrada a la fase de explotación.
9. Los cambios en las capturas se reflejan en la tasa de explotación, lo que permite trabajar con Puntos de Referencia Objetivos (PROs) y Puntos de Referencia Límites (PRLs).

Su argumentación se basa en tres relaciones:

- La estimación de la Tasa de Biomasa Relativa  $TBR = [(C_{max} - C_i) / C_{max}]^2$ , en donde  $C_{max}$  = captura máxima y  $C_i$  = captura al año  $i$
- La producción en equilibrio: Máxima Producción Biológica y el Máximo Rendimiento Sostenible Biológico, en función de la tasa de explotación Pesquera ( $E$ )
- La creación de la curva teórica de la Tasa de Biomasa Relativa en función de la tasa de explotación, con lo que se estiman dos regresiones lineales (**Figs. 3, 4 y 5**).

En lo que se refiere a las inferencias de las capturas, se obtienen del promedio de la tasa relativa de explotación pesquera  $((E_{t+1} + E_t) / E_{t+1})$ , que se estima seguidamente después del año en que se alcanza la máxima captura de la especie, valor que se introduce como

variable independiente en los modelos cuadráticos para estimar las capturas para las especies.

Esto permite valorar el estado de explotación de una pesquería de un solo recurso o grupo de especies, basado en las capturas. Por otro lado, permite la generación de escenarios a nivel de salud del recurso, de su tasa de explotación pesquera y de los niveles económicos por donde transita la actividad.

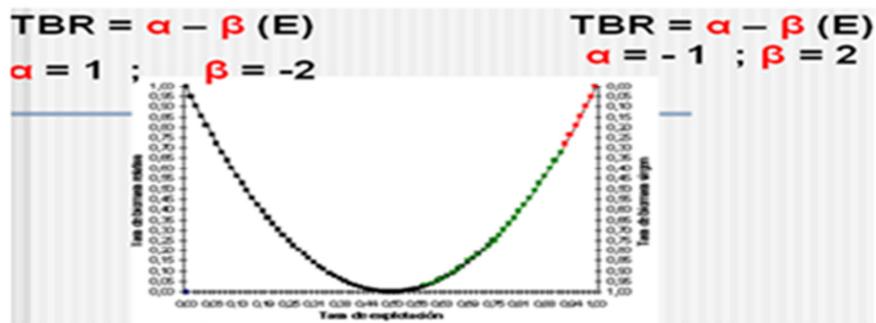


Figura 3. Fases de explotación pesquera por la que transita una pesquería. Fuente: Palacios, J. A. 2007: .

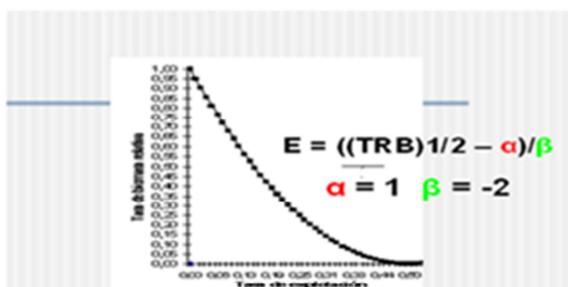


Figura 4. Pesquería en su fase de crecimiento, desde sus primeras capturas hasta alcanzar el MRSB.

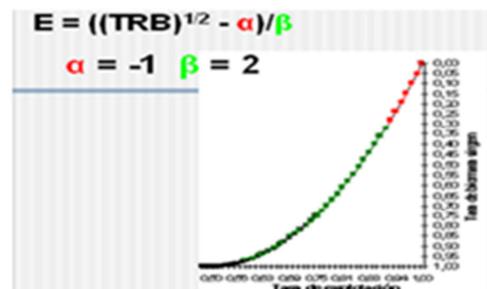


Figura 5. Pesquería cuando entra en niveles de sobre-pesca una vez que se ha alcanzado y superado el MRSB.

## Resultados y discusión

Como se ha escrito en este documento, la actividad económica de la pesca en el Golfo de Nicoya descansa en cuatro recursos (camarón blanco, sardina, corvinas y pargo mancha).

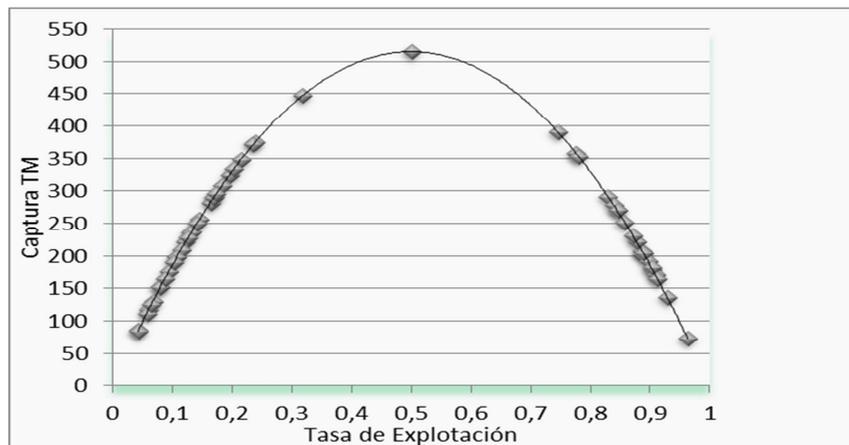
Otros recursos como la cabrilla, el congrio, tiburón, la corvina agria y la langosta son recursos que presentan un fuerte agotamiento en sus existencias, debido a ello, pocos aparecen en las capturas comerciales.

En lo que se refiere al pez aguja (*Tylosurus spp*), es un pez estacional al igual que la barracuda (*Sphyraena ensis*) donde sus poblaciones penetran al Golfo hasta los límites de la Isla San Lucas, del pez aguja no existe una pesquería comercial y poco se sabe de su biología y pesquería para el Golfo. Para el Golfo Dulce, se ha localizado el trabajo de Bernal (2008), referido a los aspectos del desove y a zonas de reproducción de esta especie en el Golfo Dulce.

En cuanto al pez dorado, su máximo rendimiento se obtuvo en el año 2001 alrededor de las 11.267 TM, para una tasa de explotación de  $E = 0.5$ . Para el año del 2005 se ejecutó una  $E = 0.90$  promedio. Se trata de un recurso que presenta una sobre-pesca en el crecimiento y es una especie temporal donde sus mayores abundancias se da en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Mayo y Abril en la Zona C del Golfo; además es un pez altamente migratorio.

### La pesca de las Corvinas.

La pesquería de escama de Primera grande, (corvinas y robalos con pesos  $\geq$  a 2.5 kg), alcanzó su Máximo Rendimiento Sostenible Biológico en el año 1983 con 515 TM y a partir de ese año se ha mantenido una tasa de explotación promedio de  $E = 0.88$  hasta el 2013, (Fig. 6).

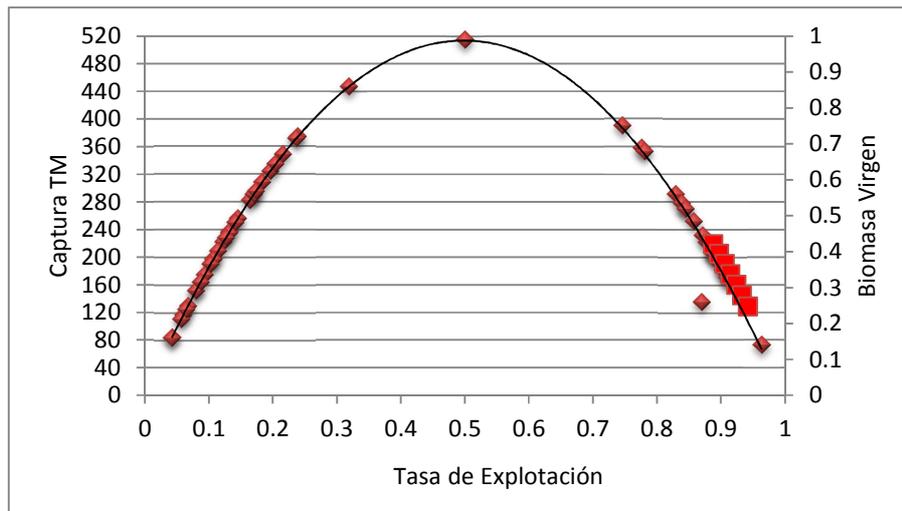


**Figura 6** Nivel de explotación pesquera de la categoría Primera grande de 1952 al 2005, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

El modelo cuadrático estimado en función de las capturas obtenidas por la flota artesanal es:

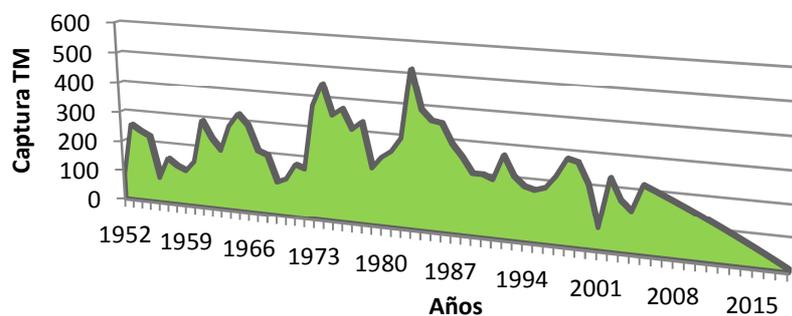
$$CT = -7799*(E)^2 + 7789*(E) + 0.00000000002, R^2 = 100$$

Para el grupo de Primera grande, a partir del 2001, esta pesquería entra en una sobre-pesca en el reclutamiento (**Fig. 7**). Cuando se está en este nivel de explotación que es un punto oscilante de capturas altas a bajas, se pasa a un nivel de sobre-pesca en el crecimiento (altas) o se quedan en el nivel de sobre pesca en el reclutamiento (bajas). La captura estimada para el 2013 es de alrededor de las 95 TM y la biomasa virgen (reproductora) está reducida a un 18%, (**Fig. 7**).



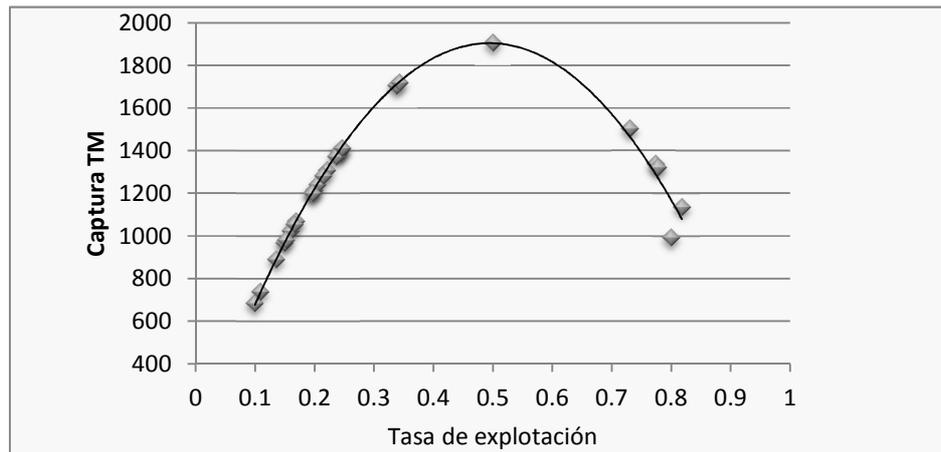
**Figura 7** Valores estimados de las capturas para la Primera grande, Golfo de Nicoya, Costa Rica

La inferencia para las capturas de Primera grande hasta alcanzar la tasa de explotación igual a 0.99, genera una captura de 8.2 TM para el año 2018. Ya para el 2020, como actividad económica pesquera colapsa (**Fig. 8**).



**Figura 8** Estimados de las capturas de primera grande del 2005 al 2020, Golfo de Nicoya, Costa Rica

En lo que se refiere a especies de Primera pequeña (corvinas y robalos < de 2.5 kg), se presentan signos de sobreexplotación en el crecimiento, pero en menor grado que la Primera grande. La pesquería de escama de Primera pequeña, alcanzó su Máximo Rendimiento Sostenible Biológico en el año 1999 con 1907,3 TM y a partir del 2000 ha mantenido una tasa de explotación promedio de  $E = 0.86$  hasta el 2013, (**Fig. 9**).

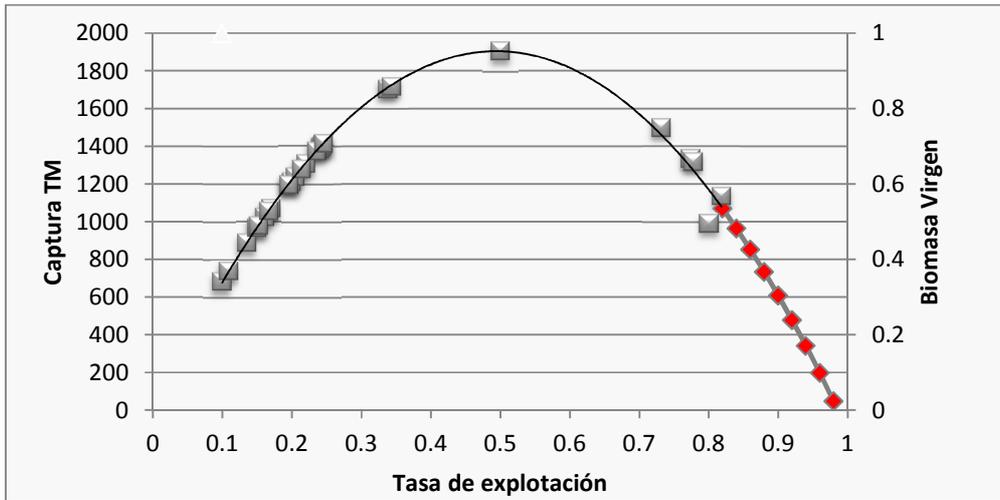


**Figura 9** Nivel de explotación pesquera de la categoría Primera pequeña de 1978 al 2005, Golfo de Nicoya, Costa Rica

El modelo cuadrático estimado en función de las capturas obtenidas por la flota artesanal es:

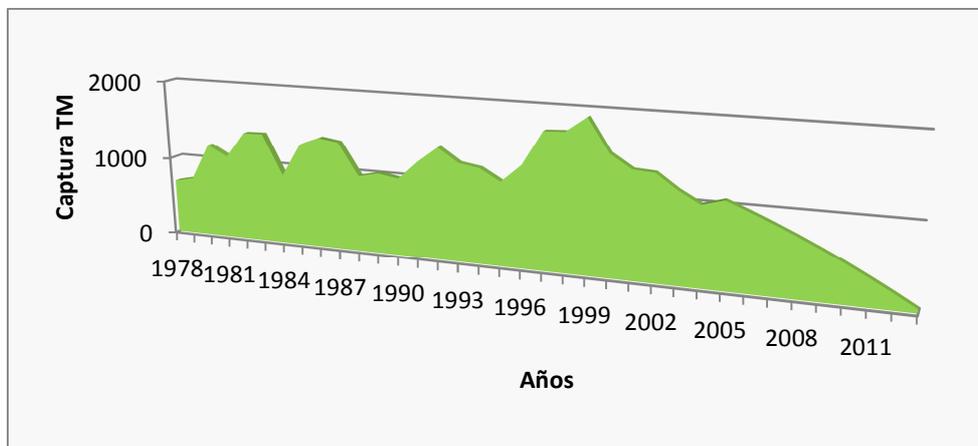
$$CT = -7788*(E)^2 + 7788*(E) - 20.379, R^2 = 0.79. *100$$

La primera pequeña, según las estimaciones para el 2014, tenderá a desaparecer; esto no quiere decir que no vamos a ver una que otra corvina en el Golfo, sin embargo, ya para el 2013 se estima una captura de 46.22 TM (**Fig. 10**).



**Figura 10** Valores estimados de las capturas para la primera pequeña, Golfo de Nicoya, Costa Rica

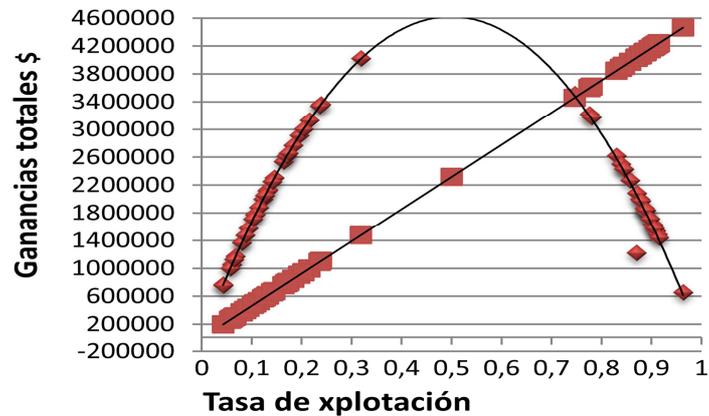
La inferencia para las capturas de Primera pequeña hasta alcanzar la tasa de explotación igual a 0.98, genera una captura de 43 TM para el año 2013. En el 2014 colapsa como actividad pesquera (**Fig. 11 y Cuadro 8**).



**Figura 11** Estimados de las captura de Primera pequeña del 2005 al 2020, Golfo de Nicoya, Costa Rica

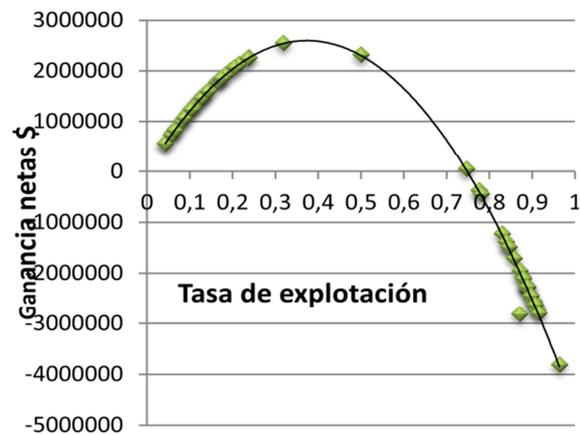
### Aspectos económicos de la pesca de las corvinas

La mayor Ganancia Total de la pesca de la categoría Primera grande se obtiene a una tasa de explotación de 0.50 con un valor de \$ 6180000, cantidad que se obtuvo en el año de 1983 (**Fig. 12**).



**Figura 12** Línea de costos totales y ganancias totales de la Primera grande Golfo de Nicoya

Esta actividad pesquera obtiene el Máximo Rendimiento Sostenible Económico para el año de 1998 con \$ 3.396.817,88 y el punto en el que las Ganancias Netas se vuelven cero se da en el año de 1974 (**Fig. 13**).



**Figura 13** Curva de las ganancias netas de la Primera grande en el Golfo de Nicoya

La mayor Ganancia Total de la pesca de la categoría Primera pequeña se obtiene a una tasa de explotación de 0.50 con un valor de \$ 11.443.800 (**Fig. 14**), cantidad que se obtuvo en el año de 1999.

Esta actividad pesquera obtiene el Máximo Rendimiento Sostenible Económico, para el año de 1998 con \$ 6.389.960,2 (**Fig. 15**) y su punto donde las Ganancias Netas se vuelven cero se da en el año de 2001.

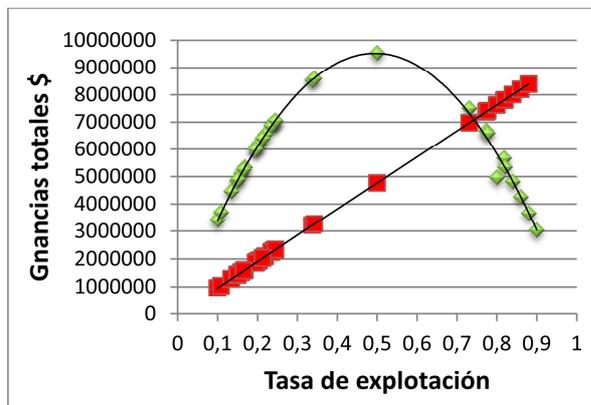


Figura 14. Línea de costos totales y ganancias totales de la Primera pequeña, Golfo de Nicoya.

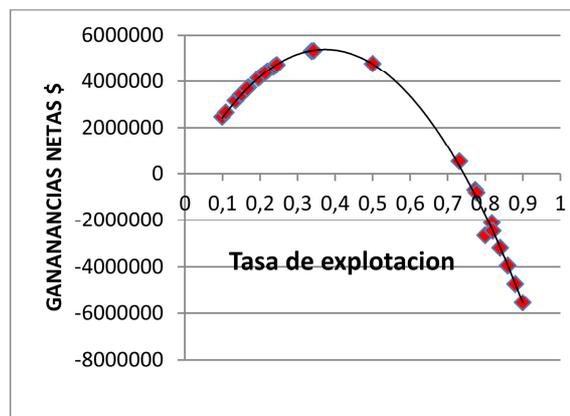


Figura 15. Curva de las ganancias netas de la Primera pequeña, Golfo de Nicoya.

### La pesquería del camarón blanco

De acuerdo a la **Fig. 16**, esta pesquería alcanzó el Máximo Rendimiento Sostenible Biológico 571 TM en el año de 1964 se puede apreciar que la pesca del camarón blanco se encuentra en una sobre-pesca en el reclutamiento ( $E = 0.96$ ). Para el año 2007 ya presenta el nivel de biomasa virgen en 15%; esto implica que la biomasa reproductora ha sido reducida en un 75%. Para el 2012 se obtuvo una captura de 64.4TM para una  $E = 0.97$ . A esta pesquería se le debe reducir el número de embarcaciones (esfuerzo pesquero) en un 46% (**cuadro 8**).

El historial de los volúmenes de las capturas del camarón blanco en función del tiempo se da en la **Fig. 17**. Para el 2018 se espera una captura estimada de 24.8 TM anuales. La actividad dejará de ser rentable.

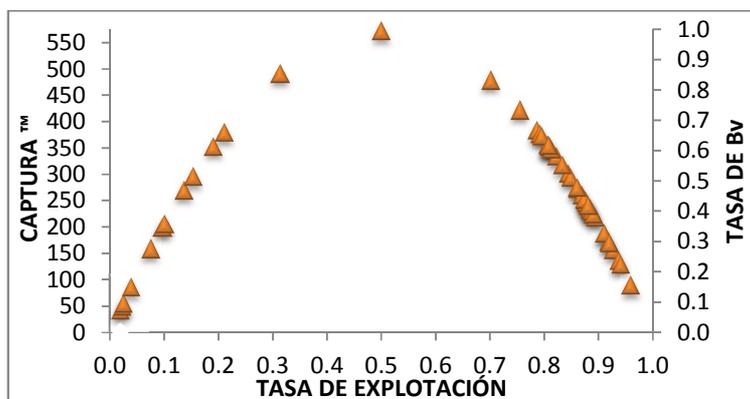
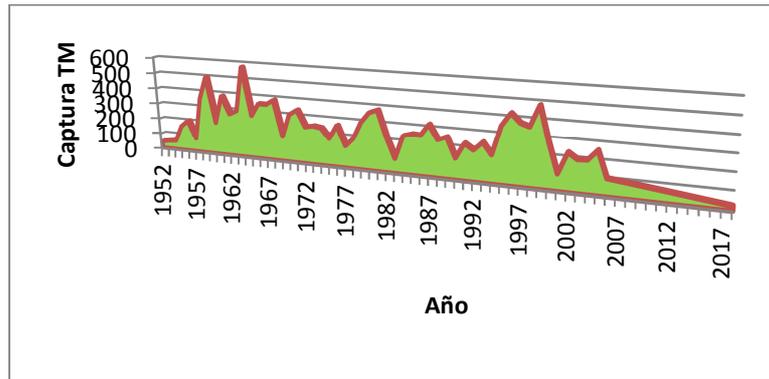


Figura 16 Capturas de camarones blancos en función de la tasa de explotación y tasa de Biomasa virgen

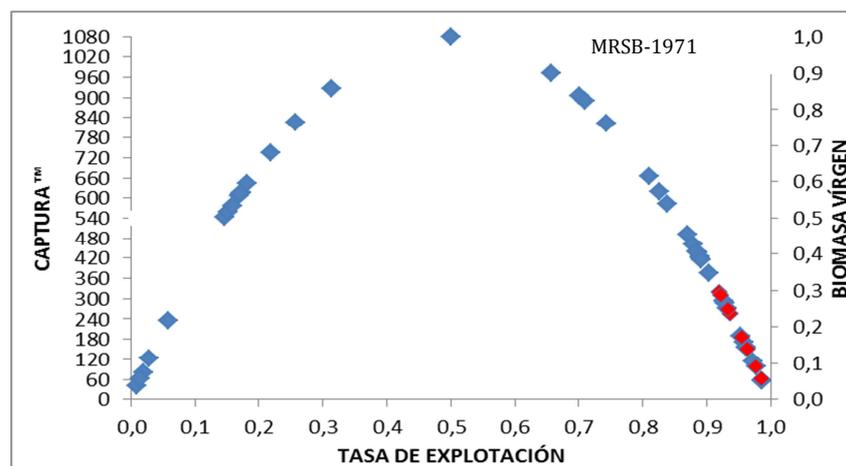


**Figura 17** Estimación de las capturas del camarón blanco en función del tiempo, Golfo de Nicoya, Costa Rica

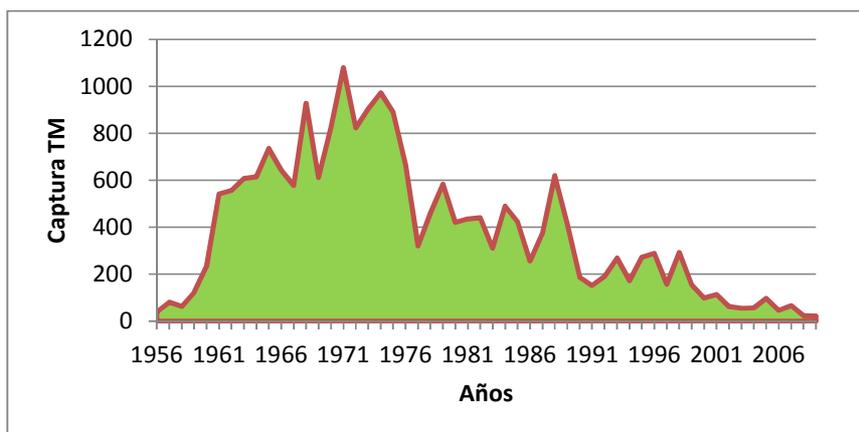
### La pesquería camarón titi

La pesca del camarón titi (*Trachypenaeus byrdi*) obtuvo sus mejores capturas entre 1965 a 1973, que representan 8 años de buenas ganancias. El Máximo Rendimiento Sostenible Biológico se alcanzó en 1971 con 1.078 TM. Este recurso se encontraba ya sobre-explotado en el año 1972 y a partir de 1987 entró en una sobre-pesca en el reclutamiento con una  $E=0.99$ ; su biomasa virgen (reproductora) ha sido reducida en un 95%, (**Fig. 18 y Cuadro 8**).

El historial de los volúmenes de las capturas del camarón titi en función del tiempo se da en la (**Fig. 19**), para el 2009 se capturó 22 TM, cuando se hacen las proyecciones el modelo genera cero capturas al 2010.



**Figura 18** Capturas de camarones titi en función de la tasa de explotación y tasa de biomasa virgen, Golfo de Nicoya, Costa Rica

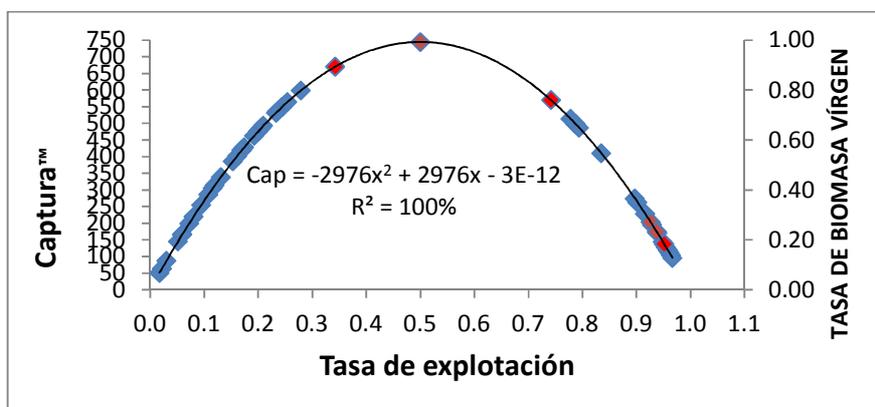


**Figura 19** Estimación de las capturas del camarón titi en función del tiempo, Golfo de Nicoya, Costa Rica

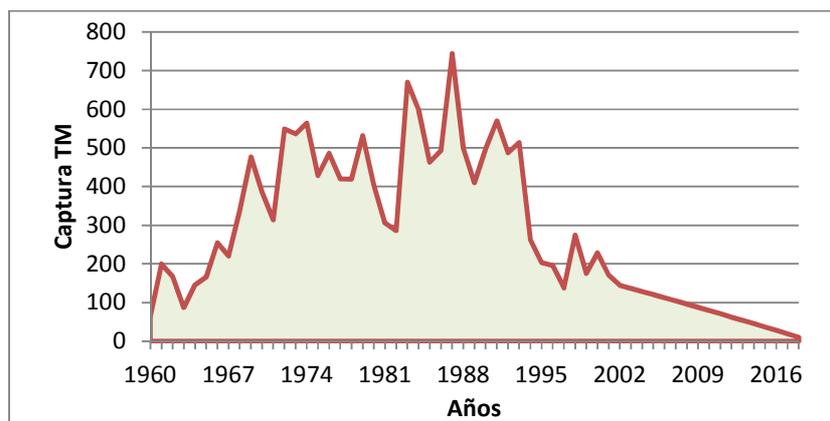
### La pesca del camarón rosado

La pesca del camarón rosado obtuvo sus mejores capturas entre 1969 a 1981, que representan 12 años de buenas ganancias; el Máximo Rendimiento Sostenible Biológico se alcanzó 1988 con 744 TM. Este recurso se encuentra sobre-explotado en el crecimiento desde el año 1989 y a partir de 1995 entró en una sobre-pesca en el reclutamiento con una  $E= 0.91$ . Se espera para el 2019 una capturar de 10.25 TM con  $E=0.91$  y una reducción en su biomasa virgen en un 75% (**Fig. 20** y **Cuadro 8**).

El historial de los volúmenes de las capturas del camarón rosado en función del tiempo se da en la **Fig. 21**. Para el 2019 se estimó una captura de 10.4 TM con una  $E= 0.99$ . Para este tiempo el recurso presenta sobre-pesca en el crecimiento.



**Figura 20** Capturas del camarón rosado en función de la tasa de explotación y tasa de biomasa virgen, Golfo de Nicoya, Costa Rica

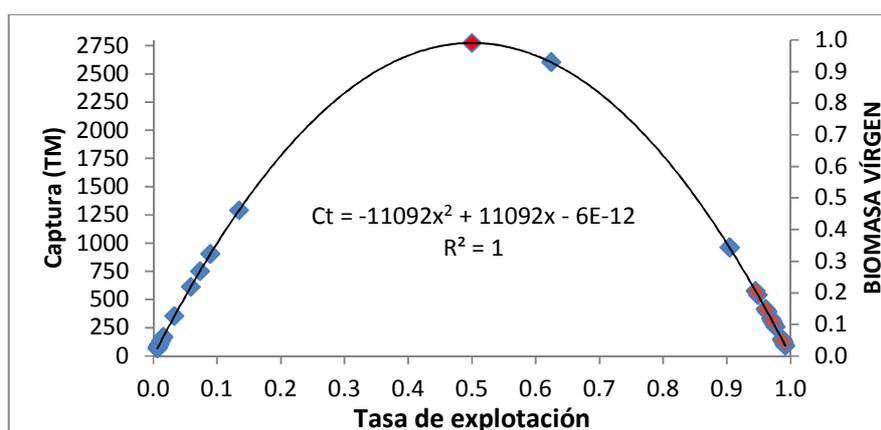


**Figura 21** Estimación de las capturas del camarón rosado en función del tiempo, Golfo de Nicoya, Costa Rica

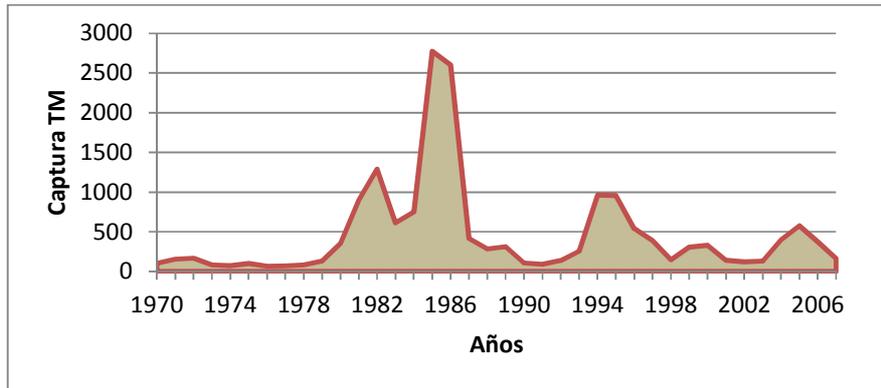
### La pesca del camarón fidel

Esta pesquería se inicia en el año 1970, presenta un crecimiento en las capturas entre 1981-1986 con un segundo crecimiento de 1994 a 1996 para un total de 9 años y entró en la fase de decrecimiento en 1987. El Máximo Rendimiento Sostenible Biológico se logró en 1985 con 2.773 TM. En el año 2008 presenta una sobre-peca en el reclutamiento con una  $E = 0.99$ , con una captura de 110 TM y una reducción de un 97% en su biomasa reproductora (**Fig. 22 y Cuadro 8**).

El historial de los volúmenes de las capturas del camarón fidel en función del tiempo se da en la **Fig. 23**. Para el 2008 se reportó una captura de 110 TM y para el año 2009 fue de aproximadamente cero TM.



**Figura 22** Capturas del camarón fidel en función de la tasa de explotación y tasa de biomasa virgen, Golfo de Nicoya, Costa Rica

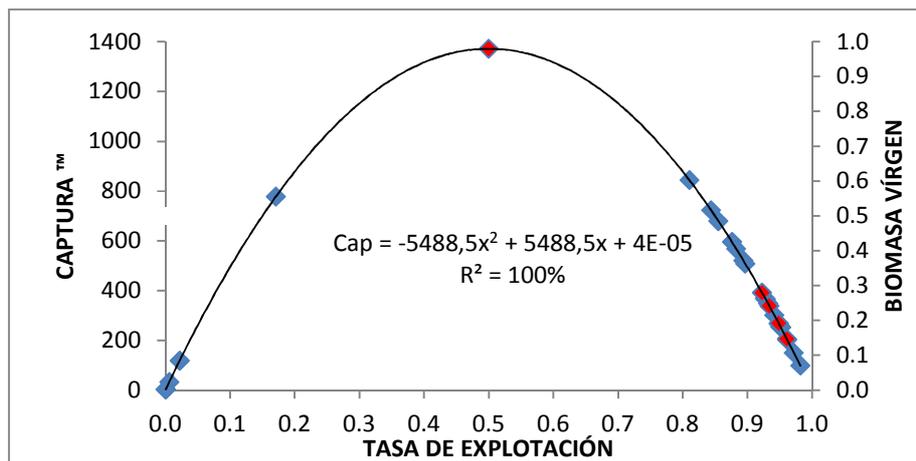


**Figura 23** Estimación de las capturas del camarón fidel en función del tiempo, Golfo de Nicoya, Costa Rica

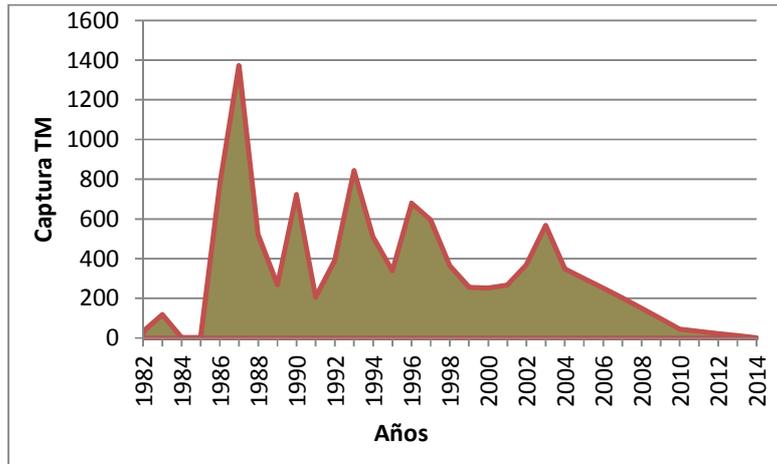
### La pesca del camarón camello

Con respecto a este grupo, su pesca inició en 1982. El Máximo Rendimiento Sostenible Biológico se dio en 1987 con 1.372 TM y presenta su decrecimiento en el año 1988. Para 2010 sus capturas fueron de 44 TM, las cuales se obtuvieron con una tasa de explotación de  $E = 0.99$  y un nivel de reducción de biomasa virgen de un 92%, (**Fig. 24** y **Cuadro 8**).

El historial de los volúmenes de las capturas del camarón camello en función del tiempo se da en la **Fig. 25**. Para el 2010 se reportó una captura de 44 TM y para el año 2014 se estima en 1 TM.



**Figura 24** Capturas del camarón camello en función de la tasa de explotación y tasa de biomasa virgen, Golfo de Nicoya, Costa Rica

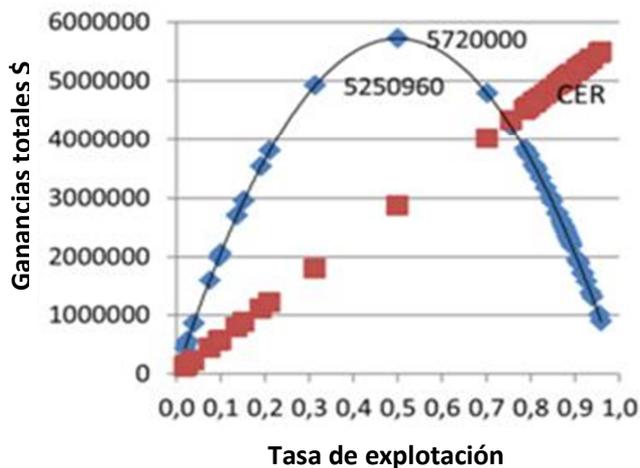


**Figura 25** Estimación de las capturas del camarón camello en función del tiempo, Golfo de Nicoya, Costa Rica

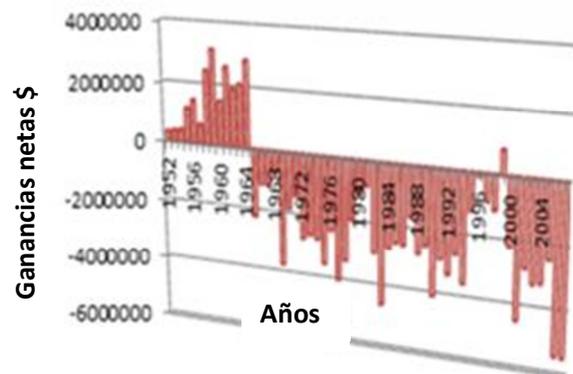
## Aspectos económicos de la pesca de camarones

### Camarón Blanco

En la curva de Ganancias Totales (**Fig. 26**), la mayor Ganancia Total se obtiene a una tasa de explotación de 0.50 para un valor de US\$ 5.720.000, cantidad que corresponde al MRSB. El Máximo Rendimiento Sostenible Económico (MRSE), que se obtiene a un valor de una  $E = 0.375$ , genera US\$ 5.250.960. Este sería un Punto de Referencia Objetivo (PROs) en el cual las diferentes pesquerías deberían permanecer pescando (**Cuadro 8**).



**Figura 26** Curva de Ganancias Totales para la pesquería de camarón blanco en función de las tasas de explotación en el Golfo de Nicoya



**Figura 27** Curva de Ganancias Netas para la pesquería de camarón blanco en el Golfo de Nicoya

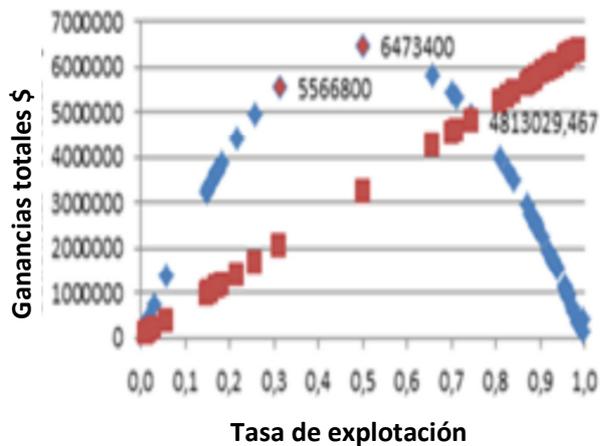
Este PROs es más estable desde dos puntos de vista: en lo económico, ya que es alrededor de este valor ( $E=0.375$ ) que se maximizan las Ganancias Netas, y en lo biológico, ya que se está capturando a 10.25% debajo del Máximo Rendimiento Sostenible Biológico (MRSB), que es otro PROs para un  $E=0.50$ .

En lo que respecta a la línea de Costos Totales, ésta corta la curva de Ganancias Totales a una tasa de explotación de 0.75, donde los Costos Totales se igualan a las Ganancias Totales (US \$4.497.622– US\$ 4.497.622= 0). Ejercer un esfuerzo en este nivel es posicionar a las poblaciones de camarones blancos en una sobre-pesca en el crecimiento y, en el aspecto económico, las Ganancias Netas tienden a rondar en cero.

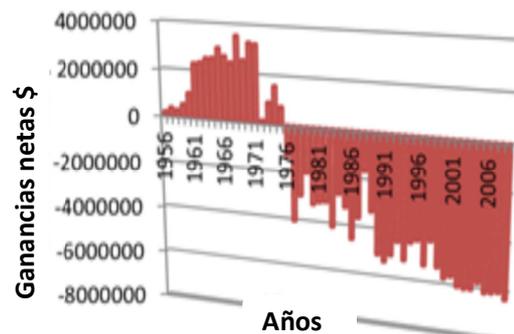
El MRSB se utiliza como punto de referencia para la reducción del esfuerzo de las flotas pesqueras. Esto se debe a que es el punto en donde las poblaciones maximizan el número de especímenes. Por lo tanto es aquí donde la flota obtiene las mayores capturas, pero no las mayores ganancias netas. El problema que se presenta en este punto de referencia es que las fuerzas que moldean este escenario pesquero dependen de algunos factores ambientales (temperatura, salinidad, corrientes) y biológicos (reproducción, reclutamiento), lo que hace que este escenario pesquero sea frágil y propicio a que las pesquerías sean conducidas a una sobre-pesca en el crecimiento o en el reclutamiento una vez que se haya alcanzado y superado el MRSB (Palacios, 2005). Las Ganancias Netas para la pesquería de camarón blanco se presentaron de 1952 a 1964 con US\$ 1.191.949,02 (**Fig. 27**).

### Camarón tití

La **Fig. 28** presenta las ganancias totales y los Costos Totales con los respectivos valores de las Ganancias Totales (\$ 5.566.800) con lo que se genera el MRSE y el MRSB con una Ganancia Total (\$ 6.473.400). Estas cantidades se obtienen a una  $E$  de 0.375 y 0.50 respectivamente, y el punto en el que las ganancias netas son cero se obtiene a una  $E= 0.75$ . Se tiene que recordar que la mayor ganancia neta se obtiene a menores capturas del MRSB, (**Cuadro 8**). En la **Fig. 29** se presentan las Ganancias Netas obtenidas por la pesquería del camarón tití, desde 1956 al 1975.



**Figura 28** Ganancia total y costos totales para la pesquería de camarón titi en función de la tasa de explotación para el Golfo de Nicoya



**Figura 29** Ganancia Neta para la pesquería de camarón titi en función de la tasa de explotación en el Golfo de Nicoya

### Camarón rosado

La **Fig. 30** presenta las ganancias totales y los costos totales, con los respectivos valores de las ganancias totales (\$ 5.360.00) para generar el MRSE, y el MRSB con una ganancia total (\$ 5.952.000). Estas cantidades se obtienen a E de 0.375 y 0.50 respectivamente, y el punto en el que las ganancias netas son cero se obtiene a una E= 0.75. Se tiene que recordar que la mayor ganancia neta se obtiene a menores capturas del MRSB, (**Cuadro 8**).

En la **Fig. 31** se presenta las Ganancias Netas obtenidas por la pesquería del camarón rosado, desde 1960 al 1989.

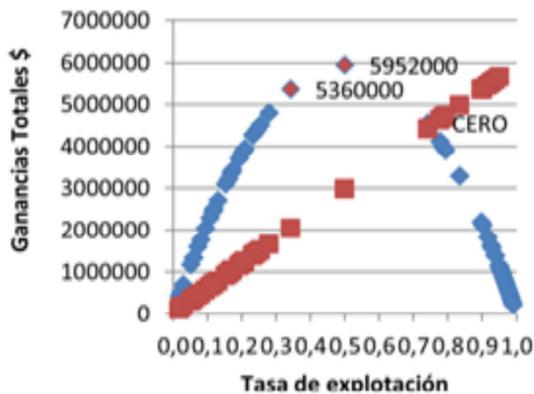


Figura 30. Ganancia Total y Costos Totales para el Camarón rosado, Golfo de Nicoya.

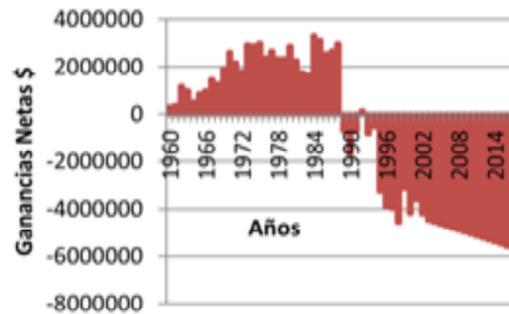


Figura 31. Ganancias Netas para el camarón rosado, Golfo de Nicoya.

### Camarón fidel

La **Fig. 32** presenta las ganancias totales y los costos totales con los respectivos valores de las ganancias totales (\$ 12.150.121) para generar el MRSE, y el MRSB con una Ganancia Total (\$ 13.865.000). Estas cantidades se obtienen a E de 0.375 y 0.50 respectivamente y el punto en el que las ganancias netas son cero se obtiene a una E= 0.75. Se tiene que recordar que la mayor ganancia neta se obtiene a menores capturas del MRSB (**Cuadro 8**).

La **Fig. 33** se presenta las Ganancias Netas obtenidas por la pesquería del camarón fidel, desde 1970 al 1986.

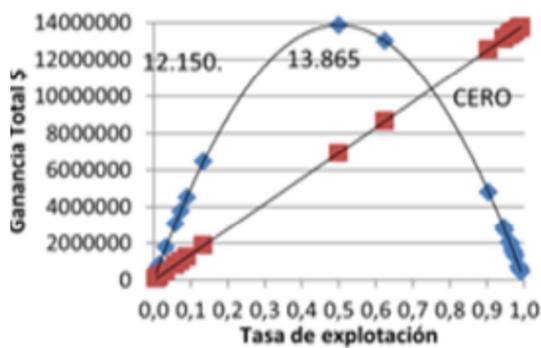


Figura 32 Ganancia Total y Costos Totales para el Camarón fidel, Golfo de Nicoya.

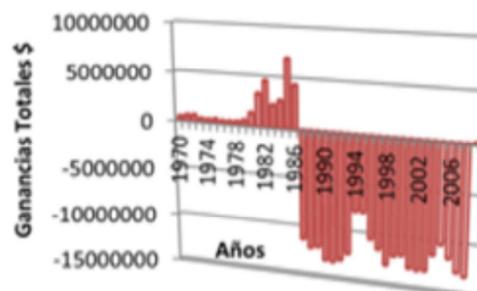


Figura 33 Ganancias Netas para el Camarón fidel, Golfo de Nicoya.

## Camarón camello

En la **Fig. 34** se presentan las ganancias totales y los costos totales con los valores respectivos de las ganancias totales (\$ 6.651.256) para un el MRSE a una  $E=0.375$  y el MRSB con una ganancia total (\$7.546.660) con un  $E=0.50$ . El punto en el que las ganancias netas son cero se obtiene a una  $E= 0.75$ . La **Fig. 35** presenta las Ganancias Netas obtenidas por la pesquería del camarón camello desde 1982 hasta 1987.

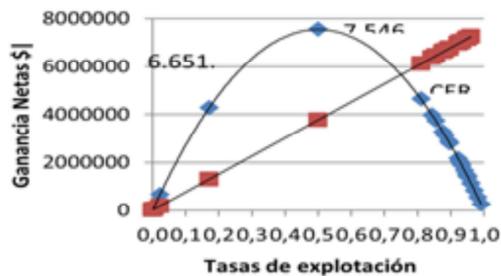


Figura 34 Ganancia Total y Costos Totales para el camarón camello, Golfo de Nicoya.

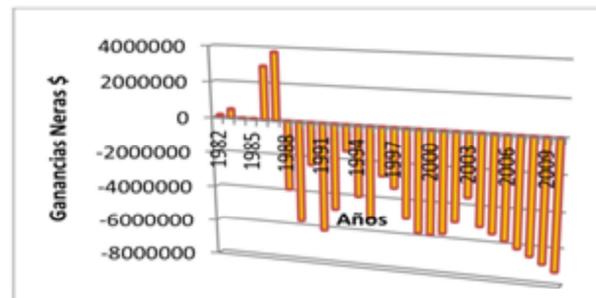
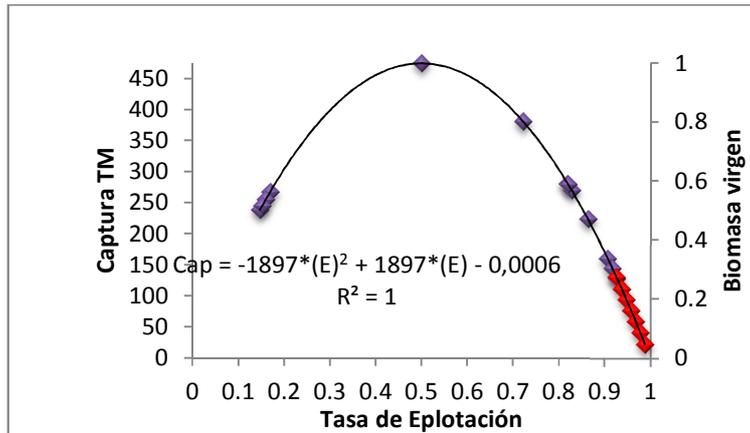


Figura 35 Ganancias Netas para el camarón camello, Golfo de Nicoya.

## Pargo mancha

Es una pesquería que cuenta con estadísticas desde 1993. En la actualidad se conoce que la máxima producción se obtuvo en el año de 1997 con 475 TM y que la tasa de explotación pesquera al 2002 fue de 0.86. Esto representa una sobre-explotación en el crecimiento. Se está pescando a una tasa de biomasa virgen de un 48%, y falta un 5% para que esta pesquería entre a una sobre-pesca en el reclutamiento. Para el 2013 se estimó una tasa de explotación de  $E= 0.98$  y una biomasa virgen reducida en 92%, y para el 2014 una  $E = 0.99$  y una biomasa reducida en un 97 %, (**Fig. 36 y Cuadro 8**).

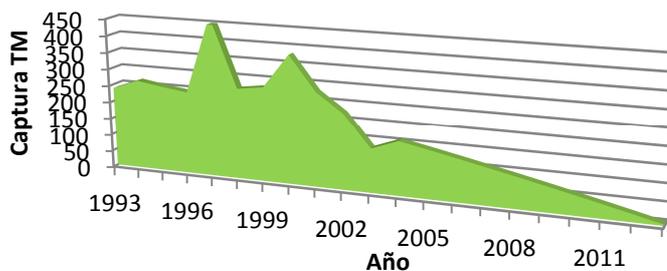


**Figura 36** Evolución de las capturas del pargo mancha en función de la tasa de explotación y la tasa de la biomasa virgen, Golfo de Nicoya, Costa Rica

El modelo cuadrático estimado en función de las capturas obtenidas por la flota es:

$$CT = -1900*(E)^2 + 1900*(E) - 7E-12, R^2 = 100$$

Esta especie presenta una tasa de explotación promedio de 0.83 después de haber alcanzado la captura máxima. Para el 2013 presentará una captura estimada alrededor de las 3.6 TM (**Fig. 37**).



**Figura 37** Estimados de las capturas del pargo mancha de 1993 al 2013, Golfo de Nicoya, Costa Rica

## Análisis Económico

La **Fig. 38** presenta las ganancias totales en función de los costos, la mayor ganancia (\$1.256.375) se alcanza cuando se genera el MRSB ( $E=0.5$ ), y el MRSE se logra cuando la

tasa de explotación es de 0.375. El punto en el que las ganancias netas son cero se obtiene a una  $E= 0.75$ . Se tiene que recordar que la mayor ganancia neta se consigue a menores capturas del MRSB, (**Cuadro 8**).

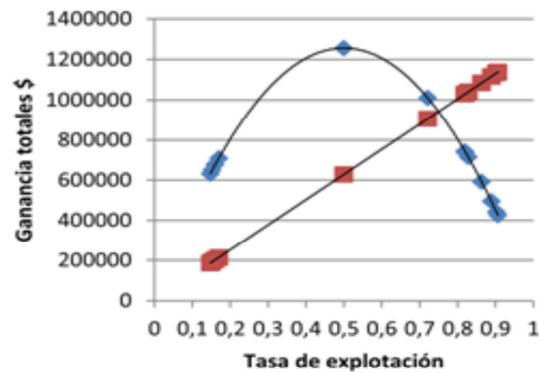


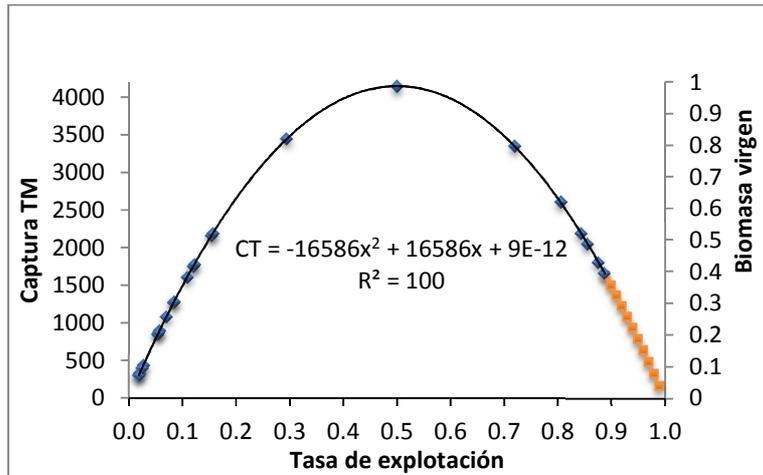
Figura 38. Curva de ganancias totales y línea de costos totales, pargo mancha, Golfo de Nicoya.

## La pesca de sardina

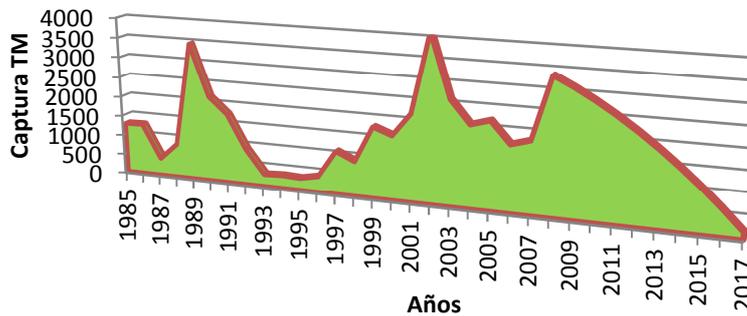
Los puntos naranjas (**Fig. 39**) son estimados de capturas obtenidos por el modelo cuadrático:

$$CT = -16586x^2 + 16586x + 9E-12, R^2 = 100$$

Según las estimaciones para el 2017, la sardina tenderá a desaparecer. Para el 2014 se entra en una sobre-pesca en el reclutamiento, ya que se habrá superado PRLs de 30% de la biomasa virgen (**Fig. 40**). Esto no quiere decir que desaparecerá la sardina en el golfo. Por el contrario, implica que la pesquería de sardina dejará de ser rentable, pues su aparición dentro de las capturas será muy esporádica.



**Figura 39** Curva de explotación pesquera del complejo *Opisthonema* (1985-2017 con 2 barcos), Parte Externa, en el Golfo de Nicoya



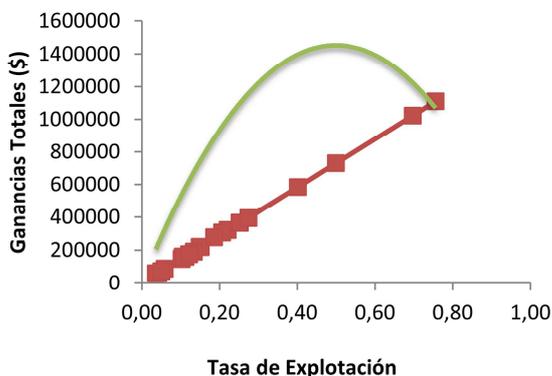
**Figura 40** Estimados de las capturas de sardinas para la Parte Externa del Golfo de Nicoya

### Análisis económico

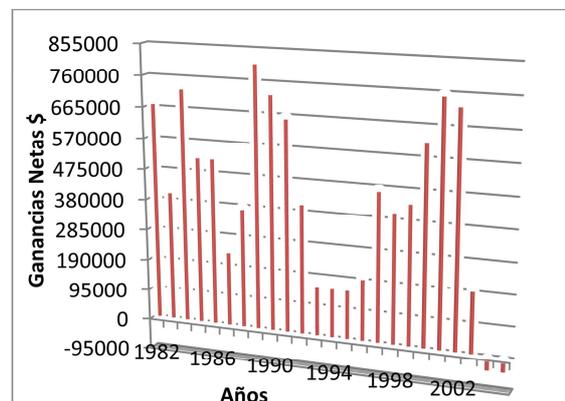
En la **Fig. 41** se aprecian las ganancias totales (\$) que se generaron entre 1985 y el 2002. Entre el 2002 y el 2003 la línea de costos totales iguala a la curva de ganancias totales (3.373 TM con un valor de \$1.250.000), a una tasa de explotación  $E = 0.75$ . Debajo de este punto de equilibrio solo se están generando pérdidas, una vez que se ha superado este Punto de Referencia Limite (**Cuadro 8**).

De no reducir el esfuerzo pesquero de esta flota y la probabilidad de un bajo reclutamiento a la biomasa explotable de este recurso, esta situación va a traer consecuencias como las que se percibieron en la mitad de la década de los 80: el colapso de la pesquería.

Las ganancias netas en función de la tasa de explotación (**Fig. 42**) visualizan que una vez que se ha superado la  $E=0.75$  entre los años 2002 y 2003, los costos Totales son iguales a las Ganancias Totales, alcanzado un valor de cero una vez superado este umbral de referencia, punto en el cual la pesquería deja de ser rentable.



**Figura 41** Línea de costos totales y ganancias totales de la sardina gallera en el Golfo de Nicoya



**Figura 42** Curva de las ganancias netas de la sardina gallera en el Golfo de Nicoya

## La Isla San Lucas

En lo que respecta a las diferentes medidas de ordenación y manejo, estas se tienen que generar para todo el Golfo. En la medida que los recursos marinos no sostienen una captura que le genere ganancia al pescador, éste se desplazará a otros caladeros de pesca que le permita mantener su precaria economía. Esto genera conflictos entre pescadores y una sobre-pesca del recurso.

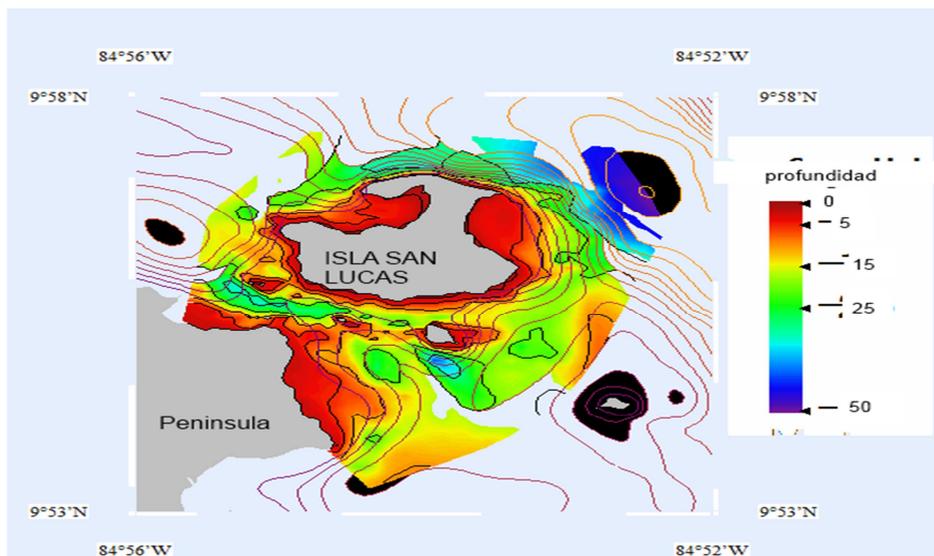
Estas medidas tendrán que ser claras, transparentes y deberán ser negociadas con el gremio de pescadores. Algunas de ellas serán difíciles de negociar, pero se tendrá que tomar una decisión en pro de los recursos acuáticos y de los mismos pescadores.

Estas decisiones tienen carácter de urgencia ya que todos los recursos del Golfo no están generando ganancias y si existe esta actividad pesquera es por la diversificación que se da

con las capturas. A esto se le suma una sobre-pesca en el crecimiento de algunas especies. Otras que ya se encuentran en una sobrepesca en el reclutamiento.

Estos son los problemas en que se encuentra toda la actividad relacionada con la pesca en el Golfo de Nicoya y cualquier acción que se tome por separado no generará ningún impacto sobre la sustentabilidad de las poblaciones marinas.

La Isla San Lucas (**Fig. 43**) está localizada en la Zona A del Golfo de Nicoya. Presenta profundidades en su alrededor entre los 0 a los 50 metros. La temperatura promedio anual en la Zona A es de 28 °C. Cuenta con una salinidad promedio de 31.5 ‰ en los meses de verano y de 22.5 ‰ en los meses de invierno. En lo que se refiere al tipo de sedimento, en los alrededores de la Isla San Lucas tiende a variar de los meses de invierno a los de verano entre fino a menos fino.



**Figura 43** Batimetría de los alrededores de la Isla San Lucas, Golfo de Nicoya (Fuente: Hannia Vega: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Estación de Biología Marina, Universidad Nacional)

El volumen de la masa de agua oceánica que entra por la boca del Golfo, sigue una dirección noreste por un canal que existe entre la ciudad de Puntarenas y la Isla San Lucas, el cual tiene una profundidad promedio de 46 m, hasta llegar a Punta Morales frente a las Islas las Cortezas a unos 20 m de profundidad. Sigue por la Costa de Pájaros y Manzanillo hasta llegar a la desembocadura del Río Tempisque. Aquí la masa de agua se devuelve por dos "camino" o rutas. La primera por donde llegó y la segunda por la parte noroeste de la Isla de Chira, siguiendo su trayecto en vaciante entre las Islas de Bejuco y Venado, para

finalmente salir por la Isla de San Lucas y la parte suroeste de la península. Esta salida por Isla San Lucas se hace más notoria en el ciclo de mareas vivas (llenas), cuando la velocidad de la corriente es de aproximadamente 5 nudos.

Esta presencia de aguas oceánicas permite encontrar zonas de reproducción (desoves) del camarón blanco en la costa norte de la Isla Chira, las Islas Cortezas y la Isla Venado. Ésta última se encuentra muy cerca de la Isla San Lucas. Hay también zonas de reproducción de la corvina reina en la parte noroeste de Isla San Lucas, y en la parte sur desoves del pez aguja (en el islote Pan de Azúcar). La langosta fue un recurso muy abundante alrededor de la Isla San Lucas, pero su excesiva captura con redes de enmalle casi la han desaparecido de este lugar. Otras especies que ya no se encuentran son los tiburones, que eran abundantes en los alrededores de la isla. La Isla San Lucas presenta un parche de manglar en su ensenada, lo que permite zonas de refugio y alimentación de una variedad de peces y camarones en su estado larvario y juveniles.

En su alrededor confluyen diferentes especies de importancia comercial para los pescadores de las comunidades del Golfo y de sus islas, así también del Puerto de Puntarenas. Estas especies de escama (corvinas reina, corvina aguada, corvina agria, corvina coliamarilla y pargo mancha) son especímenes que mantienen la mayor parte de la economía de la zona.

Los crustáceos (camarones blancos, carabalí y titi) se capturan en los alrededores de la isla. En el pasado también se capturaba tiburones y langostas en cantidades apreciables. La sardina gallera se desplaza de la Zona C a la Zona A, y con ella sus depredadores: macarela, jurel y la barracuda, que también se localizan en las cercanías de la Isla San Lucas.

La estrategia que se tiene que seguir para salvaguardar la ictiofauna y los crustáceos en los alrededores de la Isla San Lucas tiene que ser una política integral para toda la Zona A. Nada se gana estableciéndole un perímetro de no pesca. Además de los altos gastos que implica la vigilancia, se generan conflictos con la comunidad de pescadores por acceder a un territorio de pesca prohibido.

### Medidas de ordenación para la zona A (Isla San Lucas)

- Es prioritario sacar la malla monofilamento de la Zona A, la de tres pulgadas de luz de malla y las prohibidas por ley (2.5 y 2.75 de pulgada) y la malla polifilameto.
- Retirar las rastras (pequeñas redes de arrastre) de zona A y B, siendo un arte de pesca que opera sin permiso del INCOPECA.
- Hacer un estudio sobre las corvinas (reina, aguada, picuda) y el pargo mancha, en específico sobre su Índice Gonadosomático en función de la talla de captura.

- Estudiar los ciclos reproductivos para establecer las vedas para que ésta abarque la mayoría de las especies de escama.
- Realizar un estudio de selectividad de anzuelos (corvinas y pargo mancha) estableciendo la longitud de captura al 50%, que permita al menos un primer desove de las especies, para dejar como único arte pesca el anzuelo.
- En la pesca de camarón es necesaria la utilización de un arte de pesca que cause menos impacto en las poblaciones de camarones y la ictiofauna del Golfo, eliminar el trasmallo.
- Establecer sanciones drásticas para los que utilizan explosivos en la pesca de corvinas en la zona A del Golfo.
- Hacer un estudio biológico pesquero sobre la población de la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*), que es la fuente natural de alimentación principal de las corvinas.
- Realizar un mapeo de las principales fuentes de contaminación (agroquímicos) localizadas en los alrededores de la Zona A.
- Crear Zonas Marinas de Pesca Responsables junto con los pescadores de la zona.
- Dejar claro al INCOPECA que no dé más permisos de pesca para el Golfo.
- INCOPECA: Que vaya al campo y retire aquellas embarcaciones que tienen una matrícula gemeleada.

### **Medidas de manejo para la Zona A**

- Dejar el anzuelo como único arte de pesa.
- Introducir el arte de pesca la Suripera (bajo un estudio previo), para la pesca del camarón blanco.
- Establecer un vínculo entre la Isla San Lucas y las Zonas Marinas de Pesca Responsables existentes para generar una sostenibilidad de estos recursos en decadencia.
- Para la recuperación de las poblaciones de la langosta en los alrededores de la Isla, se tienen que establecer refugios para sus estados larvarios y juveniles y establecer una veda para proteger sus periodos de reproducción y reclutamiento.
- Generar rutas en el Golfo de Nicoya con el fin de establecer un turismo comunitario. Para ello se deberá capacitar a los pescadores que deseen participar. Esto puede ser una forma de absorber la carencia de empleo, para contrarrestar la medida de eliminación de la red de enmalle, con la cual se captura el 70% de la producción de pesca artesanal.

## Repercusiones del cambio climático en las pesquerías

El cambio climático ya está modificando la distribución y abundancia de las especies marinas con un desplazamiento de las especies de las zonas templadas hacia los polos. Además, el cambio climático está afectando a la estacionalidad de los procesos biológicos: la reducción en el potencial reproductivo y el reclutamiento, altera las redes alimentarias marinas y de agua dulce con consecuencias impredecibles para la producción pesquera. Hay que sumarle además la acidificación de los océanos, el aumento de la temperatura del mar, inundaciones, pérdida de hábitats marinos. Todo ello causará colapsos de sistemas sociales y ecológicos (Cochrane et al. 2012, Sharp, 2004).

Para las comunidades que dependen en gran medida de la pesca cualquier disminución en la disponibilidad local de pescado o aumento en la inestabilidad de sus medios de subsistencia les supondrá graves problemas. "Muchas pesquerías están siendo explotadas al límite de su capacidad productiva. Resulta preocupante analizar los efectos que el cambio climático podría tener sobre estos ecosistemas y su supervivencia", afirma, Cochrane y colaboradores (2012).

En lo que se refiere a la producción pesquera, ello conlleva a cambios en la distribución y los rendimientos de las capturas, y en la parte social (migración) de los pescadores de las zonas costeras. Se esperan cambios en la cronología de los acontecimientos del ciclo biológico, que afectarán en especial a las especies de vida breve, tales como el plancton, los calamares y los peces pelágicos pequeños y camarones a escalas temporales intermedias (de unos pocos años a una década).

La predicción de las repercusiones del cambio climático en los ecosistemas marinos y acuáticos se ve dificultada por muchos factores de incertidumbre y carencias en materia de investigación. Algunos pronósticos, tales como los efectos y cambios en la distribución de poblaciones situadas en las partes limítrofes norteafricanas y sureñas de sus ámbitos pueden realizarse, por lo general al menos, con un alto nivel de confianza. La predicción de repercusiones respecto a una región específica o una zona local tendrá un grado de confianza menor debido a que los factores locales pueden tener en ese caso una importancia mayor. No obstante, si estos factores pueden ser identificados y entendidos, será posible formular predicciones locales sobre los impactos climáticos con un elevado grado de confianza (Cochrane et al. 2007).

Se necesita realizar investigaciones para determinar las relaciones causales de las especies claves o de «alto impacto», cuyos efectos en las características y funciones del sistema pueden ser importantes. Hsieh y colaboradores (2006) argumentan que un ecosistema de complejidad aminorada por efecto de la eliminación de especies que han sido objeto de

sobreexplotación, podría ser menos capaz de recuperación ante las perturbaciones ocasionadas por el cambio climático.

Las repercusiones de la pesca en la capacidad detallada de las poblaciones marinas y de los ecosistemas de responder al cambio climático también son desconocidas, pero algunas características sí se pueden describir (Planque et al. 2008, Perry et al. 2008). Las poblaciones marinas se vuelven más susceptibles a la variabilidad climática y al cambio climático a causa de la pesca. Esto se debe a la remoción de las clases de edades más viejas y porque algunos rasgos del ciclo biológico se modifican, por ejemplo la edad al primer desove se reduce. La pesca también determina la reducción del tamaño medio de los especímenes y la disminución del nivel trófico (Perry et al. 2005).

El Golfo de Nicoya es un ecosistema que ha sido sobre-explotado a nivel de sus existencias. Esta sobre-pesca ha provocado una reducción de la población reproductora, lo que tiende a generar fallos en el reclutamiento. El uso de artes de pesca que no permiten un primer desove en las especies y el excesivo esfuerzo de pesca trae consigo la reducción de las tallas de los especímenes. La pesca desmedida de los consumidores primarios (anchoas, sardinas, camarones) deja sin alimento a los depredadores (corvinas, robalos, pargo mancha, barracuda jureles y otros), los cuales tendrán que emigrar en busca de otras zonas de alimentación. Si se aprecia, en el fondo son las mismas consecuencias que nos espera con el cambio climático. Conforme este fenómeno se vaya incrementando, doble será la presión sobre los recursos del Golfo.

Las autoridades responsables de velar por la sostenibilidad de los recursos del Golfo deben monitorear aquellas especies que nos puedan marcar efectos del cambio climático en el Golfo. Estas especies deben ser de vida corta, unos tres años preferiblemente. Puede ser la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*), la sardina gallera (*Opisthonema spp*), camarón blanco (*Litopenaeus spp*) y una corvina con un ciclo de vida de unos siete años. A estas especies se les debe estudiar su fecundidad y su ciclo reproductivo, ya que son variables que son afectadas por el cambio climático. Ejemplos de ello se ha observado en el Golfo de Nicoya con el camarón blanco, donde se mostró que durante el Fenómeno del Niño 2009 y 2010 las poblaciones silvestres de estas especies (*L. occidentalis* y *L. stylirostris*) presentaron indicadores muy bajos de calidad sexual en los machos (Alfaro y Vega, 2011).

Además de lo anterior, se debe llevar un record de temperatura en diferentes sitios en el Golfo, igualmente de abundancia y diversidad de fito y zooplancton, estudios que tienen que ser permanentes y entregar informes cada año.

## Conclusiones sobre los recursos del Golfo de Nicoya

En este apartado se presentan conclusiones puntuales sobre los cuatro recursos que sostienen la economía pesquera que se desarrolla en el Golfo de Nicoya.

### Corvinas

Es una de las familias de peces de mayor importancia comercial para los pescadores artesanales del Golfo. Su pesquería comercial tiene su inicio en el año de 1952.

La distribución con mayor concentración es en las Zonas A y B del Golfo. Son peces que están siendo capturados antes de su primer desove, lo que viene provocando fallos en el reclutamiento al stock explotable de estos recursos.

Posterior al año de 1983, cuando la pesca de Primera grande alcanzó el MRSB con 515 TM, vino presentando niveles de sobre-pesca en el crecimiento. Ya para el año 1995 entra en una sobre-pesca en el reclutamiento.

La pesca comercial de la Primera pequeña se inició en 1978, ya en el año 1999 alcanza el MRSB, con 1.907 TM, en el año 2000 entra en una sobre-pesca en el crecimiento, en el año 2009 se captura con una  $E = 0.91$  para entrar en una sobre-pesca en el reclutamiento.

Las proyecciones de la pesquería de Primera grande nos llevan al año de 2019, cuando se alcanzar una tasa de explotación de 0.99 para una captura estimada de 8 TM. La Primera pequeña tiene su proyección hasta el año 2013, con una captura estimada de 46 TM, con una  $E = 0.99$  – esto si se mantiene el mismo patrón del esfuerzo de pesca.

El punto de equilibrio bio-económico es alcanzado entre 1984 y 1985 para la categoría Primera grande y entre 2000 y 2001 para la categoría Primera pequeña.

### Camarones

Se encontró que todas las poblaciones de camarones se encuentran en un nivel de sobre-pesca en el reclutamiento, lo que está provocando ausencia de nuevos reclutas a la biomasa exportable de estos crustáceos. Ante esta problemática es factible que a mediano plazo esta actividad pesquera entre en un colapso económico y social por la falta de reposición de organismos por parte de la población.

Es necesaria la reducción del esfuerzo en la flota pesquera del camarón en un 48% (reducir la flota a la mitad a 25 barcos), debido a la tendencia al agotamiento de las existencias de sus biomasas explotables. Y entonces ¿cómo es que se mantiene esta actividad con volúmenes de pesca tan bajo?

Algunas de las razones de esa existencia son: los precios se disparan hacia arriba en la escasez del producto, el combustible es subsidiado, la pesca está dirigida a la escama y una FACA seleccionada (por lo que es mejor pagada), y la diversificación en las capturas de la actividad.

### **Pargo mancha**

En lo que se refiere a los diferentes artes de pesca utilizados en su captura, no se debe permitir su pesca con redes de arrastre, ya que este arte de pesca captura un alto porcentaje de pargos juveniles, los cuales se encuentran por debajo de la talla de la primera madurez. Respecto al trasmallo, se debe eliminar del Golfo. En lo que respecta la línea de fondo, se recomienda su captura con anzuelo Nº 7 y restringir o eliminar los anzuelos Nº 8 y Nº 10.

La mayor captura se dió en el año de 1997 con 475 TM a una tasa de explotación de 0.5 y para el 2002 se estaba aplicando una  $E=0.83$ , la tasa de biomasa virgen (capacidad reproductiva de la especie) en un 48% a tan solo un 8% de entrar en una sobrepesca en el reclutamiento según la FAO (**Cuadro 7**).

Si obtenemos un promedio entre 1998 al 2013 de la tasa de explotación que es de  $E=0.90$ , se tendría que reducir el esfuerzo de pesca en 40%. Lo que implica dos situaciones, siendo la primera no otorgar más permisos de pesca, y siendo la segunda la reducción de los días de pesca, además de una vigilancia en los artes de pesca para que se cumpla con lo estipulado por la ley.

### **Sardina gallera**

La pesquería del complejo *Opisthonema* fue sometida a un colapso pesquero a nivel poblacional y social. Esto debido a una sobrepesca en el reclutamiento para una  $E = 0.94$  en la década de los 80, específicamente en el año 1983. Esto tuvo efectos fuertes en la economía del sector pesquero, en donde la flota pesquera se redujo de 10 barcos a 2 a partir de 1984. Ocurrió por no tomar las decisiones pertinentes en su debido momento, a pesar de que se le señaló al ente rector de la pesca la necesidad de regular el esfuerzo de pesca de esta flota.

La segunda etapa de esta pesquería va desde 1984 hasta nuestros días. Varias investigaciones se han realizado (referidas a la biología, dinámica poblacional y en aspectos económicos) para estas especies en el Golfo de Nicoya. Estos trabajos sugieren la necesidad de la reducción del esfuerzo pesquero entre un 40% al 2009 para evitar entrar en una sobrepesca en el reclutamiento, lo cual se alcanza con una tasa de explotación de  $E = 0.91$ ,

que corresponde a un valor de Biomasa Virgen de un 30%. La FAO recomienda alejarse de este Punto de Referencia Límite (30% Bv) ya que produce fallos en el reclutamiento al stock pesquero.

Para la reducción del esfuerzo, existen varios escenarios para ejecutar estas estrategias de manejo: Vedas para proteger desoves o reclutamiento de juveniles, reducción del esfuerzo de pesca (días de pesca), cuotas de capturas y apertura de luz de malla.

## Recomendaciones

En este Golfo faltan medidas de ordenación y de manejo urgentes, ya que las proyecciones de captura realizadas para las diferentes especies no alcanzan el año 2020. En otras palabras, no van a sustentar una actividad económica. Hay que insistir que cualquier medida de manejo tiene que ser integral. Cualquier medida de ordenación y de manejo individual carece de sentido si es dirigida a una zona únicamente.

La sobre-pesca están experimentando los diferentes recursos marinos del Golfo debido a: el excesivo esfuerzo pesquero, artes de pesca ilegales (luz de malla prohibida), la pesca con explosivos, las rastras utilizadas para la pesca del camarón carabalí, la captura de peces y camarones que no han alcanzado su primer desove. Todo ello ha llevado a estas poblaciones a estados insostenibles a nivel de su biomasa reproductora (menores al 30%), lo que aumenta la probabilidad de fallos en el reclutamiento de estas poblaciones.

Además de la tasa de mortalidad por pesca, hay que sumarle la tasa de mortalidad natural, que es otro factor que reduce el número de especímenes en esas poblaciones, causada por la contaminación marina, la reducción de áreas de crianza (manglares, ciriales), el efecto del cambio climático por medio de la disminución de fitoplancton y zooplancton, y afectando la base de la cadena alimenticia.

Con respecto a la reducción del esfuerzo de pesca de las diferentes pesquerías del Golfo en busca del MRSB, se generan buenas capturas, a las que se tenían antes de tomar la decisión de la reducción del esfuerzo. Pero no son sostenibles en el tiempo ya que la tasa de extracción en algún momento supera a la tasa de regeneración, conduciendo de nuevo al agotamiento del recurso. Debido a lo anterior el enfoque en el manejo de las pesquerías debe ser integral para que permita la sostenibilidad de estos recursos.

Por lo tanto no sólo es importante la reducción del esfuerzo, sino también esta medida debe ir acompañada con otras alternativas de manejo, como lo son: la eliminación de la red monofilamento y polifilamento, sacar las rastras del Golfo, no pescar con explosivos,

permitir solo la pesca con cuerda, línea de fondo y línea taiwanesa, previo estudio de selectividad de anzuelos.

Se tiene que buscar un arte de pesca alternativo para la pesca del camarón blanco, ya que es un recurso de gran importancia económica en el Golfo ante la eliminación de la red de enmalle como arte de pesca, y seguir con el establecimiento de vedas móviles para este recurso.

Valorar la creación de Zonas Marinas de Pesca Responsables (ZMPR), en las que la pesca se realiz solamente con anzuelos y establecer vedas dentro estas ZMPR. Con su creación estamos generando focos de dispersión de larvas de peces que se irán a refugiar y alimentarse en los bosques de mangle. Es de suma importancia que en la creación de estas ZMPR, el pescador de cada zona sea el principal protagonista, porque de él dependerá el éxito o fracaso de esta estrategia de manejo.

Es necesaria la capacitación de estos grupos de pescadores en aspectos de administración, de organización y la toma de datos biométricos de las especies capturadas. También se hace necesario establecer una captura total permisible para cada ZMPR y pensar cómo se va a regular la cantidad de pescadores en cada una de estas ZMPR.

Se debe percibir la necesidad de cultivos marinos (ostras, camarones, corvinas y pargo mancha), además de repoblamiento con: camarones, corvinas, pargo mancha, especies que ya se les ha completado su ciclo biológico en laboratorio. Para ello se tienen que buscar las áreas potenciales para cultivos y los meses más propicios para el repoblamiento.

## Bibliografía

Alfaro, J., J. A. Palacios, T. Aldave & R. Angulo 1993. Reproducción del camarón *Penaeus occidentalis* (Decápoda: Penaidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Trop. 563-572.

Alfaro J. & Vega L. 2011. The effect of environmental cues and neurotransmitters on male sexuality of the eastern Pacific *Penaeus* (*Litopenaeus*) species. Aquaculture 316 (2011) 60-67

Angulo, R. 1993. Crecimiento, mortalidad y madurez sexual de *Penaeus stylirosris*, *Penaeus occidentalis* y *Trachypenaeus byrdi* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de Lic. UNA. 73 P.

Araya, H. & R. Vásquez. 2002. Evaluación de los recursos pesqueros en la zona interna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. INCOPECA. 54P.

Araya, H. et al. 2007. Reporte del Manejo de los recursos Pesqueros del Golfo de Nicoya. UNA-JICA-INCOPECA. 154 P.

Brenes, C. & S. León. 1995. Hidrografía del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Presentado en el simposio de manglares del Pacífico Centroamericano y sus recursos de postlarvas de camarones Peneidos, San Salvador, 8-11 Nov.

Brenes, C.L., S. León & G. Arroyo. 1996. Influence of coastal waters on some physical and chemical oceanographic characteristic of Gulf of Nicoya, Costa Rica. Tóp. Meteorol. Y Oceanog. 3: 65-72.

Brenes, C.L., S. León & G. Arroyo. 1996. Influence of coastal waters on some physical and chemical oceanographic characteristic of Gulf of Nicoya, Costa Rica. Tóp. Meteorol., y Oceanog. 3: 65-72.

Caddy, J. F. & Mahon. 1996. Puntos de Referencia para la ordenación pesquera. FAO. # 347. 109p

Cadima, E. 2003. Manual de evaluación pesquera. Doc. Tec. de Pesca. FAO. Doc. Té. de Pesca. No. 393. Roma, FAO. 162p.

Calvo, E. 2002. Factores bióticos y abióticos relacionados con la distribución de los dinoflagelados tóxicos *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* (Bate, 1906) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis Lic. ECB. UNA. 55p.

Campos, J. 1991. Studies on the reproductive biology of *Cynoscion squamipinnis* and *C. Phoxocephalus* in the Gulf of Nicoya. Mimeo. 19p.

Castro, S. El camarón conchudo *Trachypenaeus byrdi* (Decápoda: Litopenaeus). Algunos aspectos de su biología y evaluación de la población alrededor de la Isla de Chira, Golfo de Nicoya. Tesis de Lic. UNA. 69 P.

Cochrane, K.; De Young, C.; Soto, D. y Bahri, T. (eds). 2012. Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. No 530. Roma. FAO. 2012. 37 p.

FAO 1996. Precautionary approach to fisheries. *FAO, Fish. Tec. Pesca*. 350 (2): 210 p

Gutiérrez, R. 1985. Producción camaronera de los últimos 15 años en el Litoral pacífico de Costa Rica. Primer seminario sobre la problemática pesquera de Costa Rica, UCR.15

Hernández, L. 2011. Análisis pesquero y socio-económico del camarón carabalí *Trachypenaeus byrdi* (Burkenroad, 1934), en la parte interna del Golfo de Nicoya Costa Rica. Tesis de M. Sc. UNA. 79 P.

Hsieh, C.H., Reiss, C.S., Hunter, J.R., Beddington, J.R., May, R.M. & Sugihara, G. 2006. Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature*, 443: 859–862.

INCOPECA. 1996. Divisi'ón del Golfo de Nicoya., Gaceta, Diario Oficial, art. 19, 15/10/1996.

Lizano. O. G.1998. Dinámica de las aguas en la parte interna del Golfo de Nicoya ante altas descargas del Río Tempisque. *Rev. Biol. Trop.* 46. Supl. 6:11-20

Lai, H. L. & Campos. 1989. Age determination and growth for two corvinas *Cynoscion stolzmanni* and *C. Squamipinnis*. CRSP Working paper #67. International Program College of Agriculture. The university of Maryland. College park. Maryland. 20 p.

Lai, H. L. Mug, M and V. F. Gallucci. 1993. Management strategies for the tropical corvinareina, *Cynoscion albus*, in a multi - mesh size gillnet artisanal fishery in: Krase, G, D.M. Eggers, R.J. Marasco, C.Putzke, and T.J.Quin II (Editors). Proceeding of the International Symposium on 53 Management strategies for exploited fish Populations, Alaska Sea Grant College Program AK-SG-93-02.

Lizano O & J. A. Vargas. 1993. Distribuci'ón espacio-temporal de la salinidad y temperatura en la parte interna del Golfo de Nicoya. *Tecnol. Marcha* 12: 3-16

Lizano O. & Eric J. Alfaro. 2004. Algunas características de las corrientes marinas en el Golfo de Nicoya. *Rev. Biol. Trop.* vol. 52, suppl. 2, 77-94 ..

- Madrigal, E. 1985. Dinámica pesquera de tres especies de Sciaenidae (Corvinas) en el Golfo de Nicoya. Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae. Universidad de Costa Rica. 127 p.
- Madrigal E. 1986. Producción pesquera del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 11 p.
- Madrigal y Vásquez. 1992. Determinación de la selectividad de cuatro tipos de trasmallo en la captura de camarón blanco en el Golfo de Nicoya. Costa Rica. Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Marín, B. 2000. Diagnóstico de los recursos costeros en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de M. Sc. ECB. UNA. 199P
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1990. Legislación Pesquera de Costa Rica. 305 p
- Mug-Villanueva, M., V. F. Gallucci and H. L. Lai. 1994. Age determination of corvine reina (*Cynoscion albus*) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, based on examination and analysis of hyaline zones, morphology and microstructure of otoliths. *J. Fish. Biol.* 45:177-191.
- Valdés, J, C. L. Brenes, E. Solis & Mendelewitz. 1987. Propiedades físico químicas de las aguas del Golfo de Nicoya. Costa Rica. *Ing: Cienc. Quim.* 11:21.
- Palacios J. A. 2000. Plan de ordenación de la pesquería del camarón blanco (*Penaeus spp.*), en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. 103p.
- Palacios J. A. 2007. La historia de la pesca en el Golfo de Nicoya. Costa Rica. EBM. ECB. UNA. 64 P.
- Palacios J. A. 2005. Evaluación de los principales recursos pesqueros capturados por la flota pesquera de Costa Rica. Estación de Biología Marina. ECB. UNA. 104P.
- Palacios J. A. 2012. Análisis ecosistémico de la pesquería del complejo *Opisthonema spp.*, en el Golfo de Nicoya. ECB. UNA. 55 p.
- Palacios, J. A. 2007b. Es el estado de explotación pesquera de ls pesquerías de escama en el pacífico de Costa Rica. Estación de Biología Marina, ECB, UNA. 105p.
- Palacios J. A. 2007. Un Nuevo modelo para la evaluación de los recursos pesqueros. EBM, UNA. 18 P.
- Palacios J. A. 2003. Estudio de hidro-cadenas, un compromiso con el sector Pesquero, CASCADA BOA, 115P.
- Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R. & Reynolds, J.D. 2005. Climate change and distribution shifts in marine species. *Science*, 308: 1912–1915.

- Peterson, C. L. 1960. The physical oceanography of the Gulf of Nicoya, a stuary tropical. Bull. Inter. Amer. Trop Tuna. Comm. 3:139-216.
- Planque, B., Fromentin, J-M., Cury, P., Drinkwater, K., Jennings, S., Kifani, S. & Perry, R. 2008. How does fishing alter marine populations and ecosystems sensitivity to climate? J. Mar. Syst. (in press).
- Ress, C. 1993. El ecólogo y el desarrollo sostenible. Finanzas y Desarrollo, Dep. del Medio Ambiente del Banco Mundial, 14-15
- Rodríguez J., J. A. Palacios y A. L. Chavarría. 1989. Época de maduración y fecundidad de la sardina gallera *Opisthonema medirastre* y *O. bulleri* (Pisces: clupeidae) en la Costa Pacifica Central de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. , 37(1):49-54p.
- Roja, J. 1997. Fecundidad y épocas de reproducción del Pargo Mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lujanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 477-487.
- Sharp G. 2004. Cambio climático y pesquerías regionales en el futuro: análisis en colaboración. FAO Do. Téc. de Pesca N°452, 84 p.
- Siefke K. 1995. Zur fischeriund populations dynamic des pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) im Golfo de Nicoya. Costa Rica. Diplomado Thesis University of Bremen. Germany. 73 p.
- Solórzano, N. & L. Fallas. 1985. Orientaciones para el desarrollo pesquero de la región Pacífico Central en "Memorias". Primer seminario sobre la problemática pesquera de Costa Rica, Puntarenas, Costa Rica, 15.
- Soto R. 1999a. Estimación de la curva de crecimiento y de la talla de primera madurez de las tres especies del complejo *Opisthonema* (Pisces: Clupeidae) en el Golfo de Nicoya. Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional.
- Soto R. ,& J. Rodríguez. 1999b. Dinámica poblacional de *Opisthonema medirastre* (Pisces: Clupeidae) en la Costa Pacífico de Costa Rica. Rev. Uniciencia 15-16.
- Tabash, F. 2006. Explotación de la pesquería de arrastre de camarón durante el periodo 1991-1999 en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Bio. Trop. Vol.55 (1): 207-218.
- Tabash, F.A & Palacios, J.A. 1996. Stock assessment of two penaeid prawn species, *Penaeus occidentalis* and *Penaeus stylirostris* (Decápoda: Penaeidae), in Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. , 44(2):595-602.
- UNA-JICA-INCOPECA, 2007. Presentación de conclusiones y recomendaciones del Proyecto Manejo Sostenible de la Pesquería para el Golfo de Nicoya. 154p.

Vega, L. 2010. Evaluación poblacional de ordenamiento pesquero del complejo *Opisthonema* (Pisces: Clupeidae), Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad Nacional. 87p.

Villalos L. & Hernández 1997. Estudio del desarrollo pesquero Golfo de Nicoya un enfoque ecosistémico. Tesis de Maestría Desarrollo Rural. UNA220P.

Villarreal, A. 1999. La composición de especies y tallas en la pesca artesanal con línea de fondo en la parte externa del Golfo de Nicoya. Tesis de Lic. ECB. UNA. 77P.

Vítola, M. 1985. Los Peneidos (Decapoda: Natantia) del Golfo de Nicoya, Costa Rica: Un análisis de distribución y densidad. Tesis de M. Sc. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 53.

Voorhis, A., Epifanio, C., E. Mauer , D. Dittel and J. A. Vargas. 1983. The estuarine character of the Gulf of Nicoya an embayment on the Coast of Central America. *Hidrobiología*. 99:225-237.