

ESTUDIOS CIENTÍFICOS DE HÁBITAT MARINO COSTERO Y SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PACÍFICO NORTE DE COSTA RICA



Por encargo de:

giz



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

Analistas Técnicos: Alvaro Morales Ramirez, Eric Alfaro, Omari Lizano, Jimena Samper, Margarita Loria, Jorge cortes, Odalisca Breedy, Jaime Nivia, Jeffrey Sibaja, Yolanda Camacho, Rita Vargas, Esteban Biamonte, Maike Heidemeyer, Damián Martínéz, Fresia Villalobos, Taler Clark, Andres Beita, Carlos Garita, Celeste Sanches, Astrid Sanchez del Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de Costa Rica.

Coordinación y Revisión: BIOMARCC-SINAC-GIZ, Asociación Costa Rica por Siempre, Área de Conservación Guanacaste y Área de Conservación Tempisque.

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. *Estudios científicos de hábitat marino costero y situación socioeconómica del Pacífico Norte de Costa Rica*. San José-Costa Rica. 236 pags.

Fotografías: Equipo técnico CIMAR, UCR.

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

Las opiniones que se expresan 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.

577.7
C8374es Costa Rica.Biodiversidad Marina y Costera de Costa Rica
Estudios científicos de hábitat marino costero y situación socioeconómica del pacífico norte de 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.

6.40 mb ; digital, archivo PDF – (Serie Técnica ; nº 4)

ISBN 978-9930-9485-3-8

1. ECOLOGÍA MARINA 2. COSTAS 3. RECURSOS NATURALES 4. INVESTIGACION AMBIENTAL 8. PACÍFICO NORTE (COSTA RICA) –CONDICIONES ECOCÓMICAS I. Título

CONTENIDO

Acrónimos.....	iv
Resumen ejecutivo.....	v
Introducción.....	1
Caracterización Meteorológica.....	1
Caracterización Oceanográfica.....	3
1. Manglares.....	5
1.1. Introducción.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.3. Metodología.....	6
1.4. Resultados.....	7
1.5. Discusión.....	16
1.6. Conclusiones.....	21
2. Pastos Marinos.....	23
2.1 Introducción.....	23
2.2. Objetivos.....	24
2.3. Metodología.....	24
2.4. Resultados.....	25
2.5. Conclusiones.....	26
3. Arrecifes y comunidades coralinas.....	28
3.1. Introducción.....	28
3.2. Objetivos.....	28
3.3. Metodología.....	29
3.4. Resultados y discusión.....	31
3.5. Caracterización de las comunidades coralinas, áreas arrecifales y poblaciones de octocorales.....	32
3.5.1. Área de Conservación Guanacaste (ACG).....	32
3.5.2. Área de Conservación Tempisque (ACT).....	42
3.6. Conclusiones.....	52
3.7. Biodiversidad de las comunidades octocoralinas del Pacífico Norte de Costa Rica.....	53
4. Playas rocosas y arenosas.....	61
4.1. Introducción.....	61
4.2. Objetivos.....	61
4.3. Metodología.....	61
4.4. Resultados.....	66
4.5. Recomendaciones.....	86

5. Pelágicos: Aves, Tortugas, Cetáceos y Peces.....	87
5.1. Aves.....	87
5.1.1. Introducción.....	87
5.1.2. Objetivos.....	88
5.1.3. Metodología.....	88
5.1.4. Resultados.....	91
5.1.5. Conclusiones.....	92
5.2. Tortugas Marinas.....	92
5.2.1. Introducción.....	92
5.2.2. Objetivos.....	93
5.2.3. Metodología.....	94
5.2.4. Resultados.....	97
5.2.5. Discusión.....	109
5.2.6. Conclusiones.....	115
5.2.7. Recomendaciones generales.....	116
5.3. Peces Pelágicos.....	118
5.3.1. Introducción.....	118
5.3.2. Objetivos.....	119
5.3.3. Metodología.....	119
5.3.4. Resultados.....	120
5.3.5. Recomendaciones.....	148
5.3.6. Peces de fondos duros infralitorales.....	149
5.4. Cetáceos.....	151
5.4.1. Introducción.....	151
5.4.2. Objetivos.....	152
5.4.3. Metodología.....	152
5.4.4. Resultados.....	153
5.4.5. Discusión y Conclusiones.....	157
6. Oceanografía y Meteorología.....	159
6.1. Introducción.....	159
6.2. Metodología.....	162
6.3. Resultados.....	164
6.4. Conclusiones.....	177
7. Sistemas de Información Geográfico.....	179
7.1. Introducción.....	179
7.2. Metodología.....	179
7.2.1. Base de datos geográfica.....	179
7.2.2. Colaboración PRIAS-CIMAR.....	181
7.2.3. Procesamiento de la imagen.....	182

8. Gestión Costera.....	187
8.1. Introducción.....	187
8.2. Objetivos.....	188
8.3. Metodología.....	188
8.4. Resultados.....	192
8.5. Discusión.....	212
8.6. Recomendaciones por parte de las comunidades.....	214
8.7. Recomendaciones del componente de Gestión Costeras.....	216
Referencias.....	218

ACRÓNIMOS

A y A: Acueductos y Alcantarillados
ACG: Área de Conservación Guanacaste
ACT: Área de Conservación Tempisque
AMP: Área Marina Protegida
AMUM: Área Marina de Uso Múltiple
CCCR: Corriente Costera de Costa Rica
CCE: Contra Corriente Ecuatorial
CEN: Corriente Ecuatorial del Norte
CES: Corriente Ecuatorial del Sur
CZEE: Comisión Zona Económica Exclusiva
DAP: Diámetro Altura Pecho
ENOS: El Niño – Oscilación del Sur
GIZC: Gestión Integrada de la Zona Costera
ICT: Instituto Costarricense de Turismo
IMN: Instituto Meteorológico Nacional
INCOPECA: Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía
PN: Parque Nacional
PTE: Pacífico Tropical Este
RNACB: Refugio Nacional Absoluto Cabo Blanco
SNG: Servicio Nacional de Guardacostas
UEM: Unidad Ecológica Marina
ZCIT: Zona de Convergencia Inter Tropical
ZEE: Zona Económica Exclusiva
ZMT: Zona Marítimo Terrestre

RESUMEN EJECUTIVO

El Pacífico Norte de Costa Rica tiene un régimen climático seco, con un período de disminución de lluvias bastante marcado entre diciembre y marzo, seguido por dos periodos de máxima precipitación (mayo-junio y agosto-octubre). Abril y noviembre se consideran periodos de transición entre las temporadas secas y lluviosas y viceversa. A su vez se caracteriza por afloramientos intensos durante el invierno boreal.

Esta zona del país contiene **manglares** importantes, y se debe pensar en categorías más restrictivas como Refugios de Vida Silvestre o Áreas Protegidas, para así manejar los recursos del ecosistema de manera regulada. El manglar de Bahía Santa Elena, a pesar de formar parte del Parque Nacional Santa Rosa, se encuentra desprotegido, al no tener un Sector Marino que la abarque. En este lugar se encontró *Pelliciera rhizophorae*, especie que no había sido reportada para el sitio, por lo que se debe resaltar la importancia de realizar investigaciones en la zona. Se recomienda garantizar una conservación efectiva de este manglar, creando un sector marino colindante. Así mismo, se recomienda proteger los manglares de Playa Panamá y Tamarindo debido al deterioro por la creciente presión de desarrollo a sus alrededores.

Durante este estudio no se encontraron nuevas praderas de **pastos marinos** en el Pacífico Norte de Costa Rica. Este ecosistema marino-costero desapareció en esta región luego del impacto de una tormenta en 1996. Se considera que los pastos marinos en el Pacífico Norte pueden ser efímeros, altamente variables o altamente sensibles a variaciones en la calidad de agua, la cual es afectada por numerosos factores. La presencia del alga *Caulerpa sertularioides* en sitios anteriormente dominados por pastos marinos puede estar jugando un papel crítico en la dinámica de recuperación de los pastos en Bahía Culebra. Se sugiere estar atentos a la presencia de pastos en el Pacífico Norte, en particular en relación a *Halophila baillonii*, ya que está apareciendo en otros sitios, como se ha visto recientemente en Golfo Dulce.

Los **arrecifes y comunidades coralinas** del Pacífico Norte de Costa Rica son de especial valor, por desarrollarse en condiciones restrictivas pero que han perdurado hasta nuestros días. Una comunidad coralina saludable, no solo tiene valor en sí misma por la alta biodiversidad de organismos que la conforman o que encuentran alimentación y refugio en ella, y por su inigualable belleza paisajística, sino además brinda toda una gama de bienes y servicios para las comunidades aledañas. A partir de las condiciones particulares encontradas en cada una de las localidades visitadas, el estado de salud e importancia ecológica de las formaciones coralinas actualmente presentes, así como de las especies que las integran, y su potencial de regeneración, recomendamos la ampliación o creación de nuevas AMPs en el Pacífico Norte del país: 1) Bahía de Santa Elena —Extensión de la zona marítima del Parque Nacional Santa Rosa, bordeando hacia la costa nororiental de la Península de Santa Elena, abarcando los sectores de Isla Los Negritos, y desde Punta Blanca, hasta Punta Descartes, y abarcando hasta una distancia de al menos 3 km de la costa para incluir las islas, islotes y bajos sumergidos que allí se encuentran; 2) Bahía Culebra —Incluir los sectores de Esmeralda, Playa Blanca (Bahía Impace) la parte externa

de la Península de Nacasclo y las islas Pelonas y Palmitas en un Área Marina de Uso Múltiple (AMUM), la cual permitiría regular de manera integral el desarrollo de la bahía, en beneficio de sus principales usuarios y resguardando la calidad ambiental de los ecosistemas marinos; 3) Punta Gorda —Se sugiere la creación de una de Reserva Marina, en este sector, que rodee Punta Gorda, partiendo desde Playa Blanca (Punta Gorda) hasta Isla Plata, cubriendo el sector de Matapalo, y el conjunto de islas e islotes que se encuentran frente a dicha punta y Bahía Potrero (Islas Brumel, Catalinas e Islotes Mogotes), Esta reserva Marina permitiría la regulación de las actividades que se vienen desarrollando en estas islas, lo cual redundaría en el beneficio a mediano y largo plazo de los usuarios y visitantes de estas islas; y 4) San Juanillo — Creación de un Área Marina de Manejo que abarque desde Playa Lagarto hasta Punta India. Aunque se trata de un área pequeña, reviste gran importancia por el buen estado de salud arrecifal de varias de sus formaciones coralinas, y que por su especial composición de especies dominantes, esta zona se perfila como un puente de conectividad biológica entre los ecosistemas marinos, del Pacífico Norte y Pacífico Central.

Con respecto a la diversidad e organismos observados en **las playas rocosas y arenosas** del Pacífico Norte, se puede indicar que los sitios visitados que no se encuentran bajo ninguna categoría de manejo y/o protección mostraron altos índices de diversidad, como es el caso de Playa Matapalo, Hermosa, Sámara y las playas del Golfo de Santa Elena. Por otra parte, el Golfo de Santa Elena debe de ser recomendado dentro de alguna categoría de manejo debido a la alta diversidad observada en los diferentes sitios visitados. También cabe resaltar que la belleza paisajística/escénica debe ser preservada no permitiendo el desarrollo de complejos turísticos en la zona. De igual manera se deben de buscar alternativas de mitigación para las zonas protegidas amenazadas por fenómenos naturales como en el caso de Cabuya en La Reserva Natural Absoluta de Cabo Blanco.

Las poblaciones de **octocorales** estudiadas presentan un bajo grado de daño o posible enfermedad, a pesar de estar en áreas impactadas por la pesca, sin embargo, las poblaciones están compuestas de muy pocos organismos y en muchos casos aparece solamente uno de cada especie y las tallas de los organismos son pequeñas. Esto puede sugerir una inestabilidad en el ambiente, ya sea que las colonias están siendo removidas mecánicamente o que factores de sedimentación y contaminación química están incidiendo. Es interesante notar que las especies profundas, más de 40 m, han sido recolectadas únicamente de redes o líneas de pesca en Bahía de Santa Elena, en las que vienen enredadas, estas colonias son arrancadas enteras por estos instrumentos. Esto indica que se está infringiendo un daño constante a estas poblaciones en los bajos de pesca. No parece ser el caso en las áreas someras. Lo que podemos establecer es que los cambios en la estructura de las poblaciones podrían indicar a largo plazo cambios ambientales naturales e impactos antropogénicos.

El estudio de las **aves costeras** en el Pacífico Norte muestra una alta diversidad y abundancia de aves playeras, se registraron 64 especies pertenecientes a 29 familias. Las islas e islotes son importantes sitios de descanso y reproducción para especies de aves que

pasan la mayor parte de su tiempo volando sobre el mar. Las playas y esteros albergan poblaciones diversas de especies residentes y migratorias que utilizan una diversidad de sustratos que van desde formaciones rocosas hasta limos y arenas. La ausencia de datos poblacionales previos a este estudio hace imposible comparar las poblaciones. Es de gran importancia que se le dé seguimiento a este tipo de estudio de poblaciones para poder entender mejor su dinámica en el tiempo y espacio.

Con el análisis de los datos provistos por la gran mayoría de las organizaciones dedicadas a la conservación de **tortugas marinas** en el Pacífico Norte, se permite visualizar mejor las playas de anidamiento existentes y las frecuencias con que son visitados por las cuatro especies de tortugas marinas. Lamentablemente no existe una concordancia en los intervalos de muestreo de las distintas organizaciones, lo que hace difícil una correcta comparación. Asimismo se puede concluir, que la mayoría de las principales playas de anidamiento para la tortuga baula y lora reciben protección bajo alguna categoría de manejo, mientras todas las playas esenciales para la sobrevivencia de la tortuga negra no están incluidas en ningún área protegida, excepto en las Islas Murciélagos. Lo mismo para los sitios de forrajeo y de desarrollo. A pesar de que no reciben ningún tipo de protección, estos sitios muchas veces se encuentran cerca o dentro de las zonas de alto interés pesquero, sea artesanal o comercial. Estos sitios muchas veces abarcan varias clases de edades de la tortuga negra y carey, por lo que su protección es esencial para la sobrevivencia de especie en esta región del Pacífico, especialmente para Playa Matapalito, al norte de la Península de Santa Elena. La conectividad hacia Santa Elena y las Islas Murciélagos de al menos tres especies de las tortugas marinas permiten sugerir la creación de una extensa área protegida marítima anexo al Parque Nacional Santa Rosa o como Corredor Biológico Marino. Se requiere más estudios para establecer la importancia regional del sitio de alimentación en la Bahía de Playa Matapalito y de las Islas Murciélagos. Por otra parte se recomienda analizar la factibilidad de iniciar programas de conservación (como La Bandera Azul) con las comunidades, crear áreas de manejo para la pesca local responsable, y categorías de protección para los puntos de buceo que tomen en cuenta la capacidad de carga con respecto a esa actividad. Las playas de anidamiento de la tortuga negra, probablemente las de mayor importancia para el país y por lo tanto para la región, no están protegidas por lo que se da un saqueo incontrolado de los huevos. Con respecto a la sección Punta Gorda – Punta Pargos se requieren más estudios en las bahías y los parches de arrecife de la zona para poder establecer la importancia de los hábitats y de las poblaciones de tortugas marinas que protegen. Dado la vulnerabilidad por el esfuerzo pesquero y sobre el saqueo de los nidos en las playas de anidamiento, se recomienda fuertemente de iniciar programas de conservación y protección constantes, así como de crear un área o áreas de manejo para controlar y manejar el esfuerzo pesquero y por ende proteger a las tortugas marinas en migración de desarrollo o de reproducción. Por último para Cabo Blanco se sugiere desarrollar un área de manejo de pesca responsable adyacente a los límites noreste de la Reserva Natural de Cabo Blanco. Se requiere mayor investigación sobre la abundancia de tortugas marinas juveniles en la desembocadura del Río Lajas, ya

que los datos presentes se basan exclusivamente en las observaciones de los pescadores y no se pudo comprobar en las visitas del campo.

Del estudio sobre **cetáceos** en el Pacífico Norte, y según reportes previos, es de esperar mayor diversidad de cetáceos en esa región. Sin embargo, solo fueron tres especies de cetáceos los reportados en las giras de este estudio. A pesar de esto, esta es la primera vez que se realizan reportes de cetáceos en zonas que antes no se han estudiado, especialmente fuera de las áreas silvestres protegidas, como es el caso del área entre el sur de las Islas Catalinas hasta Punta Pargos y la zona entre Montezuma y Curú. Se determinaron algunas zonas de agregación de importancia como: Santa Elena-Murciélago, Tamarindo-Punta Pargos y Cabo Blanco-Curú. Para delfines estas zonas pueden ser de importancia para la alimentación. En el caso de las ballenas, las zonas de agregación cambian con respecto a los delfines. Si bien se diferencian zonas de mayor o menor agregación, todas resultan de relevancia debido a que todos los individuos en nuestras aguas están involucrados en procesos de apareamiento o de crianza. De esta manera, las áreas de Santa Elena y Montezuma-Curú presentan grupos más grandes (machos competitivos o madres con crías y escoltas). Por otro lado, individuos solitarios o madres con crías se pueden encontrar en la zona de Golfo de Papagayo y Cabo Blanco. Estos reportes de ballenas parecen estar ligadas a zonas poco profundas (<100 m), al igual que en otros sitios de Costa Rica, donde las mismas han mostrado preferencia por zonas con profundidades menores a los 100 m. Resaltan las zonas que se consideran como vacíos de conservación por GRUAS II que al momento no poseen ningún tipo manejo. Estas zonas son el vacío de conservación de Santa Elena y alrededores, el paso entre la Bahía Culebra-Santa Rosa-Murciélago, el área frente Punta Pargos y por último las zonas en los alrededores de Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco.

En el Pacífico Norte de Costa Rica, existen cinco áreas marinas protegidas (1000 km² aproximadamente) en las que la **pesca y extracción de recursos** están prohibidas. El Área de Conservación Guanacaste (ACG) se encuentra rodeado por comunidades pesqueras, cuyo uso de las zonas marinas difiere de los usos permitidos dentro del ACG. Los pescadores de Cuajiniquil, El Jobo, Soley y Playas del Coco tienden a realizar actividades prohibidas dentro del ACG, como la pesca artesanal, pesca de camarón, buceo, extracción de peces de colores, cambute, pulpo, ostiones y langosta. Sin embargo, las comunidades locales no son las únicas que realizan actividades ilegales dentro del parque, embarcaciones nicaragüenses también la atraviesan, tanto para pescar como para transportar inmigrantes. Adicionalmente, existe una competencia por los recursos entre la flota palangrera y la de pesca deportiva; entre la pesca de peces ornamentales, la pesca artesanal con el buceo recreativo; entre la flota artesanal y la flota camaronera; en el sur de Guanacaste existe una competencia entre pescadores locales y los de Puntarenas, que ejercen una presión pesquera mucho más fuerte. Es oportuno recordar que para evaluar las poblaciones pesqueras y determinar su grado de explotación, se debe de tener información por especie de 30 años de capturas. Se necesita mejorar el sistema de colecta de información para manejar los recursos. A partir de la información existente, y generada

por este proyecto, se recomienda considerar los siguientes vacíos de conservación: Cuajiniquil, Bahía Salinas, parte sur de Cabo Blanco, Caletas-Camaronal-Coyote. Sin embargo, antes de crear áreas marinas protegidas nuevas, se debería de mejorar la protección de las AMP existentes. Para poder identificar correctamente el estado de conservación de especies pelágicas que tienen interés en la pesca deportiva es necesario tener más información. De igual forma, se deben zonificar adecuadamente los sitios de buceo deportivo y los de pesca subacuática de manera que se aminore el conflicto por la competencia por los recursos. Por último y dado que la parte sur del área de estudio está menos estudiada y que los muestreos hechos sugieren que los fondos duros infralitorales pueden ser importantes para especies de valor comercial como pargo o roncadore, se recomienda hacer estudios más extensos en tiempo y espacio para monitorear las poblaciones de recursos explotables de la zona y ver el efecto de la actividad humana sobre los mismos (pesca y contaminación).

Las comunidades consultadas enfrenten problemáticas distintas, ya que las particularidades y escenarios públicos-políticos son diferentes; no obstante se ha comprobado que las zonas costeras presentan problemas muy parecidos en un amplio rango de espacios geográficos y sociales. Al concluir los talleres en el norte de la costa pacífica del país, se registra una percepción generalizada sobre la reducción y sobreexplotación del recurso pesquero como uno de los principales problemas que enfrenta la región, por un lado asociada al uso de artes de pesca no selectivas (palangre, trasmallo y arrastre), y por otro a la falta de control y regulación de las entidades encargadas, principalmente INCOPECSA y Guardacostas. Así mismo, se observa que todas las comunidades marino-costeras visitadas coinciden en la percepción de que varias instituciones estatales no cumplen adecuadamente sus funciones, para el caso de INCOPECSA consideran que sus funciones se orientan al monitoreo de la vigencia de las licencias pesqueras, y no ejerce las labores relacionadas con la regulación de las actividades pesqueras. Por otro lado, atribuyen a Guardacostas el hecho de haber priorizado el tema del narcotráfico por encima del de la pesca. En Montezuma y cercanías, las comunidades perciben un alto grado de participación de las municipalidades y el ICT en la zona, pero a la vez recalcan que esa condición no se traduce siempre en beneficios para los recursos de la zona, por lo que la califican como una participación negativa.

En otra línea de acontecimientos, a través del proceso de consulta se revela que en la zona aledaña al Parque Nacional Santa Rosa (PNRS) existen conflictos entre personas funcionarias del SINAC y el sector pesquero local, asociados a la prohibición de extraer recursos dentro del área protegida, pero se logra identificar que el conflicto entre funcionarios del SINAC y locales de la zona aledaña al PNMLB es de menor magnitud que el observado en Cuajiniquil. Los mayores conflictos entre comunidades locales y funcionarios de las áreas marinas protegidas se evidenciaron en zonas donde las actividades extractivas son la principal fuente de ingresos. Se observa una disminución en la cantidad de conflictos en aquellas zonas donde el turismo ha desplazado a las otras actividades económicas.

A partir de los resultados obtenidos durante los talleres de consultación con las comunidades de zonas marino-costeras se elaboró una serie de recomendaciones de **gestión**, las cuales se exponen a continuación: 1) Validar con las comunidades los resultados obtenidos durante los talleres, 2) Valorar como zona potencial para la creación o ampliación de AMP, sectores alrededor del Corredor Biológico Peninsular, en vista de que son sitios que se identificaron con importantes recursos marino-costeros, 3) Al lado de la creación o ampliación de Áreas Marinas Protegidas (AMP) en el país, es necesario trabajar en una reforma integral a la Ley de la Zona Marítimo Terrestre de 1977, así como en el desarrollo de un proceso de ordenamiento territorial costero, 4) Utilizar el conocimiento de las poblaciones costeras del Pacífico Norte, para mejorar la legitimidad de gobernanza de la costa, partiendo de que la percepción que tienen las comunidades y el sector científico-técnico sobre una temática, puede diferir, pero también de la importancia de fuentes de información múltiples para comprender la dinámica de las zonas costeras, 5) Se plantea la necesidad de una revisión integral de las competencias y funciones de INCOPECA y del Servicio Nacional de Guardacostas (SNG), 6) Prestar atención a los procesos que están degradando los ecosistemas costeros como el desarrollo costero no planificado, la descarga de nutrientes, contaminantes y sedimentos desde los ríos, y 7) Incluir otras comunidades o algún sector poco representado en estos talleres.

INTRODUCCIÓN

El Pacífico Norte de nuestro país es un área que cuenta con un número significativo de publicaciones (Anexos Cuadro A15 y A16), donde la mayoría se refiere a estudios sobre su diversidad marina. Las investigaciones se han concentrado en el Golfo de Papagayo, uno de los tres sistemas de afloramiento costero del Pacífico Tropical Oriental (Fiedler *et al.* 1991, Brenes *et al.* 1995, Amador *et al.* 2006). Sin embargo, gracias al análisis realizado por GRUAS II, para el componente marino-costero como parte de la Evaluación de Ecorregiones Marinas de Mesoamérica, se reconocen para la ZEE de nuestro país, dos ecorregiones en el Océano Pacífico, una de ellas definida como Nicoya. Dentro de esta ecorregión, se encuentran caracterizadas también Unidades Ecológicas Marinas (UEM). Dos de ellas, la UEM Papagayo y la UEM Cabo Blanco, contienen los 4 sitios para este estudio: Bahía Santa Elena, Golfo de Papagayo, Punta Gorda-Punta Pargos y Cabo Blanco. De estos sitios, solo Bahía Culebra en el Golfo de Papagayo ha sido estudiada con cierta profundidad. Para el resto de los sitios, la información científica es escasa. Por lo tanto, este estudio abre la posibilidad de realizar una investigación sistemática, desde un punto de vista ecosistémico, que generará importante información científica.

Caracterización Meteorológica

Un análisis de la información meteorológica, indica que esta región tiene un régimen climático que corresponde a la región del Pacífico Norte o seco, ya que presenta un período de disminución de lluvias bastante marcado entre los meses de diciembre y marzo, seguido por dos periodos de máxima precipitación: el primero en mayo-junio y el segundo, mayor que el primero, en agosto-setiembre-octubre (Alfaro *et al.* 2012, Alfaro y Cortés 2012, Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica: IMN, <http://www.imn.ac.cr>, última visita 22/06/2011). Dichos máximos están separados por un periodo de disminución de la precipitación, normalmente observado en julio, llamado “*veranillo*” (también conocido como *veranillo de San Juan* o *canícula*). Los meses de abril y noviembre se consideran periodos de transición entre las temporadas secas y lluviosas y viceversa (Magaña *et al.* 1999, Taylor y Alfaro 2005).

Las temperaturas máximas registradas en la estación meteorológica de Liberia, representativa de la región, presentan un máximo durante mayo-junio y un mínimo durante el invierno boreal. El máximo de la temperatura máxima coincide a su vez con el primer máximo de precipitación de la estación lluviosa. Por su parte las mayores temperaturas máximas se observan durante marzo-abril, previo al inicio de la temporada lluviosa y las menores durante setiembre-octubre, cuando se presenta la mayor cantidad de precipitación del ciclo anual, siendo abril el mes de la máxima temperatura media y octubre y noviembre los de menor temperatura

media.

Sobre la vertiente del Pacífico de Costa Rica, la magnitud del viento es normalmente más fuerte durante el invierno y primavera boreal, con dirección predominante del este (viento alisio) y disminuye durante el verano y otoño boreal (Alfaro 2002). Durante estas dos últimas estaciones climáticas del año también se observa la formación de sistemas meso-escalares de brisa marina, asociados a aguaceros vespertinos, acompañados algunas veces de tormentas eléctricas. Existen dos sistemas sinópticos transitorios dominantes sobre Costa Rica y que afectan la zona del Pacífico Norte. Durante el invierno-primavera estos son los frentes fríos que incursionan por el Caribe, los cuales refuerzan el viento con componente del este sobre el país. Durante el verano-otoño, la posición más al norte de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) intensifica los oestes ecuatoriales (Lizano 2007). Por otro lado, los ciclones tropicales durante esta época, también favorecen la aparición de vientos con componente del oeste u “oestes sinópticos” (Muñoz *et al.* 2002). Según Amador *et al.* (2006), durante el invierno boreal, el movimiento hacia el sur de estas masas de aire polar asociadas con los frentes fríos, crea fuertes gradientes de presión entre la región del Caribe y del Pacífico Tropical del Este. Este viento es canalizado a través de depresiones topográficas en América Central. De acuerdo a Kessler (2006), una de ellas se ubica en las tierras bajas del sur de Nicaragua y del Norte de Costa Rica, la cual produce una corriente en chorro, cuyos vientos son conocidos como los “papagayos” (o *Papagayo wind jet* en inglés), con velocidades máximas cercanas a los 50 m s^{-1} . Estas corrientes en chorro se pueden extender hasta unos 500 km mar adentro desde la costa pacífica de América Central y su escala temporal es corta, del orden de las semanas. Amador (2008) encontró que al analizar el ciclo anual de la Corriente en Chorro de Bajo Nivel del Caribe durante el invierno boreal, ésta presenta un máximo secundario, lo cual influye también en el reforzamiento del viento con componente del este sobre el norte de Costa Rica. Vargas (2002), usó imágenes de satélite, vientos medidos con escaterómetro y una estación meteorológica en Cuajiniquil, Costa Rica y encontró una clara relación entre la velocidad de los vientos y el fenómeno de surgencia en el Golfo de Papagayo. También observó un corrimiento de vórtices anticiclónicos hacia el norte, formados en el mismo golfo.

Durante el paso de los frentes fríos por el Caribe, se presentan vientos fríos del norte y los mismos ocurren generalmente durante diciembre-marzo (Brenes *et al.* 2003, González 1999), donde el máximo de empujes fríos observado en América Central según Zárate (2005) se presenta durante el mes de enero. Estos vientos fríos se llaman comúnmente como “nortes” (Magaña y Vázquez 2000). Estas masas de aire frío asociados a los frentes provienen del noroeste de Canadá y de la región polar y se profundizan hasta latitudes tropicales en el Caribe, alcanzando incluso el norte de América del Sur, produciendo generalmente eventos de viento fuerte y

lluvia sobre la cuenca. Añaden Fallas y Oviedo (2003) que una de las condiciones que originan los “temporales del Caribe” en Costa Rica, es la proyección de estos frentes fríos hasta el mar Caribe, en particular, a partir de la llegada de estos al Golfo de Honduras. En donde se entiende por temporal como “una condición de cielo nublado durante varios días, con al menos 24 horas seguidas de lluvia persistente, de intensidad variable y que llueva a cualquier hora del día”. Cuando esta condición se presenta en la vertiente Caribe de Costa Rica, en la costa del Pacífico el tiempo por lo general es más seco, ventoso y caliente debido al efecto Foehn o Föhn (Alvarado 2001).

Caracterización Oceanográfica

Los primeros estudios de las corrientes superficiales en el Pacífico Tropical Este (PTE) los realizó Wyrtki (1965), basados en los mapas climatológicos mensuales publicados por el U.S. Hydrographic Office (Anónimo 1947). En estos mismos estudios se identificó el patrón de corrientes sobre esta región, situando sobre el borde sur del anticiclón del Pacífico Norte la Corriente Ecuatorial del Norte (CEN) con dirección hacia el oeste, sobre el borde norte del anticiclón del Pacífico Sur, la Corriente Ecuatorial del Sur (CES) con dirección hacia el oeste también, y entre estas corrientes, se observa la Contracorriente Ecuatorial (CCE) que fluye hacia el este.

Propiamente sobre la costa de Costa Rica varios estudios mencionan la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) (Wyrtki 1965, Badan-Dangon 1988, Kessler 2006, Lavin *et al.* 2006). Desde mediciones con la deriva de los barcos, Wyrtki (1965) postula que esta corriente en octubre puede alcanzar el Golfo de California. Badan-Dangon (1988) señala que la CCCR se encuentra sobre el extremo este de la PTE, comenzando en la salida del Golfo de Panamá hasta donde llega la CCE, luego gira hacia el norte a través de Centroamérica y México. También señala la interrupción de esta corriente por vientos fuertes a través del Golfo de Tehuantepec producto del invierno boreal. Kessler (2006) también menciona que el flujo hacia el noroeste sobre el lado este del Domo Térmico de Costa Rica, es conocida como la CCCR, con velocidades promedio de cerca de 20 cm/seg, y que continúa bordeando la costa oeste de Centroamérica. Aunque también señala Kessler (2006), que no es claro que esta corriente sea la misma que alcanza México, y prefiere llamar la extensión de esta corriente en México con otro nombre.

El Pacífico Norte de Costa Rica se caracteriza por afloramientos intensos durante el invierno boreal (Legeckis 1988, McCreary *et al.* 1989, Muller-Karger and Fuentes-Yaco 2000). Estos eventos fuertes de viento están asociados a condiciones de afloramiento o surgencia, mar adentro del Golfo de Papagayo, debido principalmente al efecto del bombeo de Ekman (Kessler 2006), sin

embargo, también se ha documentado que asociados a los mismos, la canalización de estos vientos del noreste a través de pasos cordilleranos también puede producir surgencia o afloramiento en cuerpos semicerrados en la costa pacífica de Costa Rica (Brenes *et al.* 2003), ya que al desplazar estos vientos agua superficial fuera del golfo o la bahía, esta es sustituida por agua más fría proveniente de niveles más profundos.

Como lo describe el artículo de Lizano (2007) los oleajes que alcanzan al Pacífico Norte de Costa Rica, pueden ser remotos o locales. Oleajes remotos, conocidos como marejadas de fondo, se generan en el Pacífico Sur de nuestro planeta y alcanzan esta región con suficiente energía, o son retroalimentados por otros sistemas atmosféricos en su camino hasta las costas Centroamericanas. Oleajes locales, conocido como mar de viento, se pueden formar por tormentas locales frente a las costas de Guanacaste, por frentes fríos del norte, sistemas de alta presión en el Atlántico Norte, por tormentas tropicales en el PTE, o por efectos indirectos de huracanes en el Caribe (Lizano 2007). Los frentes fríos de norte frecuentemente producen un viento con componente norte que genera mar picado (mar de viento) cuya energía es mayor en la medida en que este viento tenga espacio (alcance) para generar oleaje. Sí por ejemplo, un norte puede generar mar de viento con suficiente energía entre la Península de Santa Elena e Islas Viradores en Playas del Coco. Pero un norte no genera mar de viento en el interior de Bahía Culebra, pues la topografía local, protege este cuerpo de agua. Sin embargo, un noreste, que se convierte en este en esta zona de la topografía, puede generar mar de viento con suficiente energía a lo largo de Bahía Culebra, y genera mar de viento con suficiente energía conforme se aleje de las costas.

La dinámica de esta CCCR, y más aún, la interacción que tenga con los rasgos costeros de Costa Rica y su variación estacional, no es conocida. Específicamente sobre el Pacífico Norte de Costa Rica (Golfo de Papagayo), Fonseca (2006) indica que la circulación en esta zona está influenciada por la CCCR que siempre fluye hacia NO y O, y que además, hay circulaciones locales derivadas de la CCCR según la marea y el oleaje; pero estas aseveraciones no corresponden a mediciones propiamente, sino más bien a inferencias sobre trabajos no publicados. Jiménez (2001) indica que los vientos del invierno boreal pueden producir afloramientos con cambios en la temperatura superficial del agua de hasta 10 grados en esta región.

1. MANGLARES

1.1. Introducción

Los manglares son ecosistemas costeros localizados en estuarios tropicales y subtropicales (Cintrón y Schaeffer-Novelli 1983) que representan la interfase entre la tierra y el mar, y reciben una entrada diaria de agua del océano y agua dulce con sedimentos y nutrientes desde los ríos (FAO 2007). Estos ecosistemas presentan una distribución circumtropical restringida latitudinalmente entre los 30°N y 30°S (Kathiresan y Bingham 2001) y se estima que cubren un área aproximada de 300 000 km² alrededor del mundo (Nellemann *et al.* 2009).

Los manglares brindan múltiples servicios ecosistémicos, socio-económicos y culturales (Bandaranayake 1998). Entre sus atributos ecológicos cabe destacar la producción de hojarasca y detritos que sirven como fuente de alimento para organismos como cangrejos, moluscos, camarones y peces, que forman parte de complejas redes alimenticias asociadas (Vannucci 2004). Al mismo tiempo, los manglares juegan un papel importante como zonas de crianza de juveniles para organismos que después se reclutarán en la industria pesquera (Holguin y Bashan 2007). Algunos de los valores económicos más importantes de los manglares son la producción de bienes como madera para aserrío, postes, carbón, leña, pulpa para papel y corteza para la extracción de taninos (Pizarro *et al.* 2004). Además, brindan servicios de retención de sedimentos y sustancias tóxicas (Pizarro *et al.* 2004), ayudan a controlar la escorrentía, la erosión del suelo y las inundaciones, contribuyen a reducir los daños causados por fenómenos naturales como tormentas, tsunamis y huracanes (Murdiyarso *et al.* 2009).

A pesar de todos estos beneficios, y de estar bajo protección legal por parte del gobierno de Costa Rica y las leyes internacionales (Pizarro *et al.* 2004), los manglares están expuestos a múltiples amenazas que atentan contra su conservación y existencia. Los impactos antropogénicos, como la deforestación, el cambio de uso de la tierra para agricultura, el desarrollo de la acuicultura y el turismo están entre las mayores amenazas para estos ecosistemas (Jiménez 1994, Zamora-Trejos y Cortés 2009).

En Costa Rica, el 99% de los manglares se encuentran en su costa Pacífica (Zamora-Trejos y Cortés 2009) y pueden diferenciarse en tres regiones: Pacífico Norte, Pacífico Central y Pacífico Sur (Jiménez 1994). La región del Pacífico Norte abarca desde la frontera con Nicaragua hasta el norte del Golfo de Nicoya. Los manglares del Pacífico Norte son los menos desarrollados debido a la baja precipitación y al extendido período seco al que se ven expuestos (Silva-Benavides 2009). Los manglares de esta región se encuentran entre los ecosistemas costeros más alterados del país (Silva-Benavides 2009); sin embargo, la información

científica sobre su fisiología, estructura, geoquímica, entre otros aspectos, es aún muy escasa (Zamora-Trejos y Cortés 2005).

1.2. Objetivos

Objetivo general

Caracterizar siete ecosistemas de manglar del Pacífico Norte (Bahía Santa Elena, Potrero Grande, Playa Naranjo, Iguanita, Playa Panamá, Tamarindo y Pochote) a la mayor profundidad posible haciendo un reconocimiento general de los sitios y utilizando la literatura disponible.

Objetivos Específicos.

- Proporcionar información sobre las especies de árboles de manglar presentes (diversidad, número de especies, DAP, altura, estructura)
- Colectar e identificar los principales organismos asociados a los árboles de manglar.

1.3. Metodología

Se llevaron a cabo las siguientes giras de campo:

- Manglar de Pochote, Bahía Ballena (16 y 17 de febrero 2012)
- Manglar de Playa Naranjo, Parque Nacional Santa Rosa (23 y 24 de febrero 2012).
- Manglar de Tamarindo (2 y 3 de marzo 2012).
- Manglar de Potrero Grande, Parque Nacional Santa Rosa (16 y 17 de mayo 2012).
- Manglar de Santa Elena, Península de Santa Elena, Parque Nacional Santa Rosa (27 y 28 de junio 2012).
- Los manglares de Iguanita y Playa Panamá habían sido visitados y analizados previamente bajo el mismo método de muestreo (Samper-Villarreal *et al.* 2012).

Se trabajó con el método de puntos fijos con cuadrantes en un transecto (Cottam y Curtis 1956). En cada sitio se muestrearon al menos dos transectos de siete a diez puntos, dependiendo del acceso y el tamaño del manglar. El método de puntos fijos con cuadrantes consiste en fijar puntos cada 20 metros en un transecto, el área alrededor del transecto se divide en cuatro cuadrantes de 90° y se mide la distancia al árbol más cercano en cada cuadrante. Se identifican los cuatro árboles más cercanos y se toman datos de su altura y diámetro a la altura del pecho (DAP), así como el tipo de sustrato, presencia de plántulas (plantas menores a un metro), fauna y porcentaje de algas en raíces. Así mismo, se tomaron muestras de

salinidad. En cada punto se tomaron las coordenadas geográficas para poder ubicar geográficamente el ecosistema de manglar.

Con la ayuda de Cindy Fernández fue posible identificar las macroalgas que se colectaron sobre las raíces o troncos de los árboles de mangle ubicados en algunos de los sitios muestreados. Marco Corrales y Allan Carrillo ayudaron a identificar algunas especies de invertebrados encontradas y Carlos Morales contribuyó con la identificación de la vegetación asociada en los manglares.

1.4. Resultados

Manglar de Santa Elena.

Este manglar se encuentra asociado al estero Grande, donde desembocan las quebradas Grande y Cachimbo. La salinidad intersticial promedio fue de 31.88 ± 1.51 ppm y la precipitación anual que se registra para la zona está entre 1500 y 2000 mm (IMN 2008). La temperatura media anual varía entre 26°C y 28°C (IMN 2008). Se notan distintos tipos de suelo entre turba, piedra, fango, conchas hojarasca y ostras. El suelo cubierto por ostras se observó sobre todo en las partes del borde externo del manglar, en contacto directo con el mar y la hojarasca en las partes más internas (Fig. 1.1).

Las especies de mangle encontradas fueron: *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa* y *Pelliciera rhizophorae*. Los individuos de *P. rhizophorae* observados se encontraban en el borde interno del manglar junto a las fuentes de agua dulce. El diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio de estas especies de mangle fue 13.87 ± 9.12 cm, mientras que la altura promedio fue 7.02 ± 2.95 m (Cuadro 1). *Rhizophora racemosa* fue la especie con la mayor dominancia relativa, mientras que *P. rhizophorae* fue la que menor dominancia relativa presentó (Fig. 1.2). Se contaron un total de 55 plántulas.

Se estimó un promedio de cobertura de macroalgas del 6% en las raíces de los árboles de manglar, de las cuales fue posible identificar dos especies (Cuadro 1.2). Entre los invertebrados observados en manglar de Santa Elena están varios cangrejos de la familia Grapsidae, cirripedios; y se colectaron dos especies de moluscos: *Nerita scabricosta* y *Cerithia* sp.



Figura 1.1. Manglar de Santa Elena, Bahía Santa Elena, Guanacaste, Costa Rica (Foto: Margarita Loría).

Cuadro 1.1. Especies de mangle, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura promedio ($\pm$ error estándar) de la totalidad de los árboles analizados durante este estudio.

Manglar	Especies encontradas	DAP (cm)	Altura (m)
Santa Elena	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Pelliciera rhizophorae</i> , <i>Avicennia bicolor</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i>	13.87 $\pm$ 9.12	7.02 $\pm$ 2.95
Potrero Grande	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Pelliciera rhizophorae</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i>	16.08 $\pm$ 13.45	8.79 $\pm$ 4.78
Playa Naranjo	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Avicennia bicolor</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i>	14.46 $\pm$ 11.86	6.88 $\pm$ 3.01
Tamarindo	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Pelliciera rhizophorae</i>	30.47 $\pm$ 20.42	6.25 $\pm$ 3.24
Pochote	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Pelliciera rhizophorae</i>	10.42 $\pm$ 6.16	5.67 $\pm$ 2.64

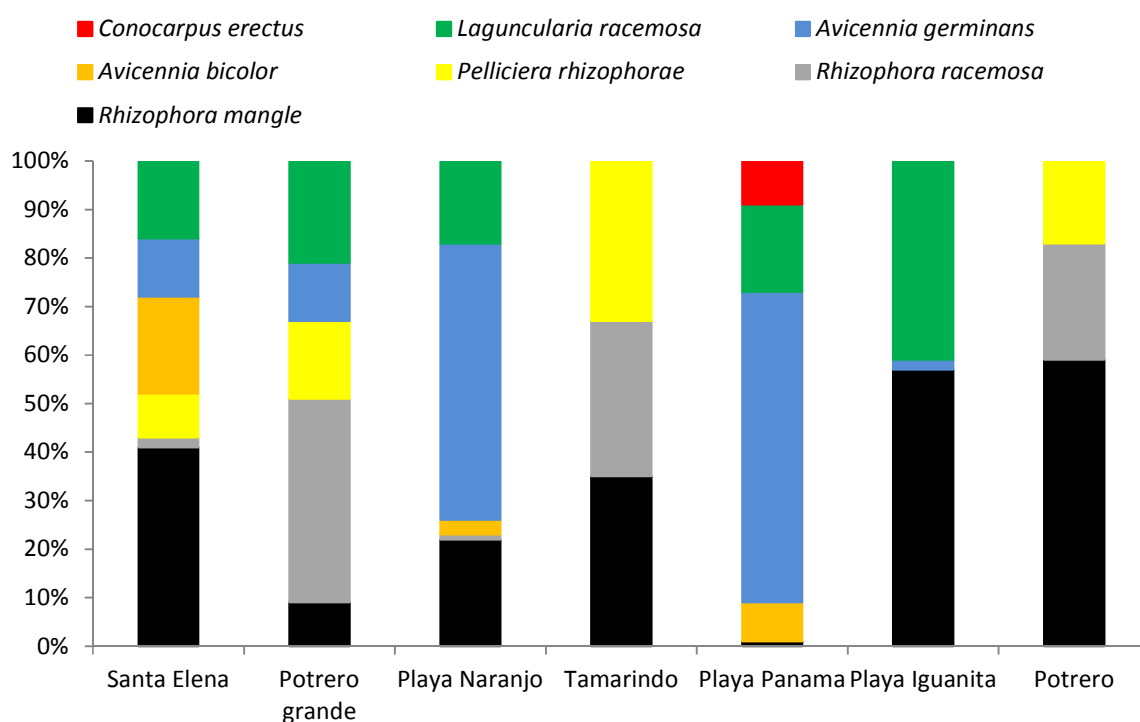


Figura 1.2. Dominancia relativa (%) para las especies de mangle presentes en los manglares estudiados, Guanacaste, Costa Rica.

Cuadro 1.2. Especies de macroalgas encontradas sobre las raíces de los árboles de manglar en los manglares de Pochote, Tamarindo y Santa Elena, Pacífico Norte, Costa Rica.

Sitio	Especies
Pochote	<i>Bostrychia calliptera</i>
	<i>Boodleopsis verticillata</i>
Tamarindo	<i>Catenella caespitosa</i>
	<i>Bostrychia calliptera</i>
Santa Elena	<i>Ulva prolifera</i>
	<i>Cladophora</i> sp.

Manglar de Potrero Grande

El manglar de Potrero Grande fue declarado sitio de conservación RAMSAR en 1999 por considerarse un manglar con una población importante de *Pelliciera rhizophorae*, especie poco abundante en el Pacífico Norte (RAMSAR 1999). Fuera de las descripciones que se encuentran en la ficha técnica del sitio web RAMSAR, no existen publicaciones científicas sobre este manglar.

El suelo de este manglar varía entre fracciones de turba, piedra, fango y arena; en algunos sitios con una fracción de hojarasca importante. Sólo en algunos sitios fue posible obtener datos de la salinidad intersticial, cuyo promedio fue de 30.83 ± 4.77 ppm. La precipitación anual se encuentra entre 1500 y 2000 mm (IMN 2008). La temperatura media anual oscila entre los 26°C y los 28°C.

La mayor sección de este manglar se encuentra detrás del estero formado por Río Boquerones y Río Potrero Grande. Este manglar cuenta con un área total de 1.39 km² (Córdoba-Muñoz *et al.* 1998). Se encontraron cinco especies de mangle: *A. germinans*, *L. racemosa*, *R. mangle*, *R. racemosa* y *P. rhizophorae*. También se notó la presencia de algunos individuos aislados de *A. bicolor*. Éste sitio presentó las mayores alturas promedio de todos los sitios muestreados; así como los mayores DAP promedio después del manglar de Tamarindo (Cuadro 1.1). *Rhizophora racemosa* fue la especie con la mayor dominancia relativa entre las cinco especies de mangle encontradas (Fig. 1.2). Un total de 17 plántulas fueron encontradas.

No se observó ninguna macroalga asociada a las raíces de árboles de manglar. Durante varias ocasiones fue posible observar cangrejos de la familia Grapsidae sobre troncos muertos de varias especies de mangle. También se observó un individuo de *Crocodylus acutus* en los alrededores.

Manglar de Playa Naranjo.

La estructura del manglar de Playa Naranjo, Parque Nacional (PN) Santa Rosa, ha sido comparada con la de bosques similares en Florida, Puerto Rico y México (Pool *et al.* 1977). Los manglares en México y Costa Rica cuentan con un mayor índice de complejidad estructural en comparación con los de Florida o Puerto Rico, lo cual puede deberse a que no se han visto expuestos periódicamente al efecto de huracanes (Pool *et al.* 1977). Putz *et al.* (1984) llevó a cabo un estudio del dosel de este manglar, en el cual propone que la abrasión mecánica entre las ramas más flexibles explica los espacios de claros en el bosque.

Existe un estudio sobre roedores en 11 hábitats distintos del PN Santa Rosa, uno de los cuales era el manglar de Playa Naranjo. *Oryzomys palustris* y *Sigmodon hispidus* fueron las especies de roedores encontradas en el manglar de Playa Naranjo (Bonoff y Janzen 1980). Rodgers y Horns (1996) realizaron en el Parque Nacional Santa Rosa un estudio en el que describen el polen de *Avicennia* spp. y *Rhizophora* spp. Este manglar presenta un suelo arenoso, siendo un sustrato tan seco durante la visita realizada en este estudio que obtener una salinidad intersticial para el mismo no fue posible. El manglar de Playa Naranjo se encuentra asociado al estero de Laguna Limbo (Fig. 1.4) y presenta una extensión aproximada de 0,8 km² (Córdoba-Muñoz *et al.* 1998). La precipitación anual promedio en la zona es menor a los 1500 mm (IMN 2008); sin embargo, Pool *et al.* (1977)

registraron una precipitación anual de 1800mm y una temperatura de 25°C. Las especies de mangle encontradas fueron: *Avicennia bicolor*, *A. germinans*, *R. mangle*, *R. racemosa* y *Laguncularia racemosa*. El DAP promedio para estas especies fue de 4.46 ± 11.86 cm y la altura promedio fue de $6,88 \pm 3,01$ m (Cuadro 1.1). *Avicennia germinans* fue la especie que mostró una mayor dominancia relativa, mientras que la menor dominancia relativa la presentó *R. racemosa* (Fig. 1.2). Es importante mencionar que la presencia de *R. mangle* aumenta en frecuencia a lo largo de los bordes de estuario. Se contaron un total de 21 plántulas durante este estudio.

No se observó ninguna macroalga asociada a las raíces de los árboles de manglar. Se encontraron varias especies vegetación asociada al manglar: *Sideroxylum obtusifolium* (Zapotaceae), *Hippomane mancinella* (Euphorbiaceae), *Pithecellobium unguis-cati* (Fabaceae) y *Ximenia americana* (Olacaceae). Además, fue posible observar reptiles como el cocodrilo, *Crocodylus acutus*, y la serpiente bejuquillo, *Oxybelis aeneus* (Fig. 1.6).



Figura 1.4. Manglar de Playa Naranjo, Parque Nacional Santa Rosa. Guanacaste, Costa Rica (Foto: Margarita Loría).



Figura 1.6. *Oxybelis aeneus* (Colubridae), en el manglar de Naranjo, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica (Foto: Margarita Loría).

Manglar de Tamarindo

El manglar de Tamarindo ha sido declarado un sitio de conservación RAMSAR, por lo que se han escrito fichas técnicas y de manejo adecuado a partir de su estado de protección internacional (RAMSAR 1993, Franco-Mata 1999, MINAE s/f). El área aproximada de este manglar es de 4 km² (RAMSAR 1993) Este manglar se forma a lo largo del Estero Tamarindo, el cual presenta bifurcaciones importantes.

Este manglar consiste de suelo fangoso. Jiménez (1981) también reporta fracciones de fango, además de arena y limo. La precipitación anual se encuentra entre los 1500 y 2000mm (IMN 2008). La temperatura media anual se encuentra entre 26°C y 28°C (IMN 2008). La salinidad intersticial promedio fue de 33.80±4.17ppm.

Se encontraron tres especies de mangle: *R. mangle*, *R. racemosa* y *P. rhizophorae*. *Rhizophora mangle* se encontraba en el borde más externo del manglar, *R. racemosa* se observó detrás de *R. mangle* o en algunos casos también en el borde, mientras que *P. rhizophorae* ocupaba la parte más interna del manglar. Este manglar presenta el mayor DAP promedio entre los sitios muestreados (Cuadro 1.1) y la mayor dominancia relativa la presenta *R. racemosa* (Fig. 1.2). Se registraron un total de 130 plántulas durante el muestreo.

Se estima una cobertura promedio de macroalgas de un 12% en las raíces de los árboles de mangle. En el Cuadro 1.2 se señalan algunas de estas especies de macroalgas.

Manglar de Playa Panamá

En el manglar de Playa Panamá se han realizado varios estudios. Sauer (1975) hace una breve descripción de la vegetación y menciona la presencia del árbol *Hippomane mancinella* asociada a los manglares de Playa Panamá. Cabrera *et al.* (1994) estudiaron el tamaño y la proporción sexual del cangrejo *Ucides occidentalis*, con lo que hallaron una relación de $1,96 \pm 1,30$ machos por hembra. Samper-Villarreal *et al.* (2012) llevaron a cabo una descripción de la estructura y cobertura del bosque de manglar de Playa Panamá y el manglar de Iguanita. En esta investigación se estimó la extensión de ambos manglares utilizando imágenes georreferenciadas, y se concluye que ambos manglares se diferencian estructuralmente.

El tipo de suelo dominante es el fangoso y con hojarasca, donde en estación seca es común notar suelo lodoso resquebrajado al evaporarse el agua (Fig. 1.8). Este manglar cuenta con una extensión aproximada de 0.137 km² y está asociado al estero Panamá, en Playa Panamá. La precipitación anual es menor a 1500 mm y la temperatura varía entre 26°C y 28°C (IMN 2008).

En el manglar de Panamá, Samper-Villarreal *et al.* (2012) encontraron las especies: *A. germinans*, *A. bicolor*, *Conocarpus erectus*, *L. racemosa* y *R. mangle*. El DAP promedio fue de 16.1 ± 1.2 cm, y la altura promedio fue de 11.2 ± 0.4 m (Cuadro 1.3). *Avicennia germinans* alcanzó la mayor dominancia relativa entre las especies de mangle encontradas (Fig. 1.2) (Samper-Villarreal *et al.* 2012)



Figura 1.8. Manglar Playa Panamá, Bahía Culebra. Guanacaste, Costa Rica. (Foto: Jimena Samper).

Manglar de Playa Iguanita

El manglar de Playa Iguanita se encuentra en la parte interna de Bahía Culebra. El manglar de Iguanita tiene una extensión aproximada de 0.408 km² y se encuentra dentro del Refugio Nacional de Vida Silvestre Iguanita. Este manglar se encuentra asociado al estero Iguanita (Samper-Villarreal *et al.* 2012). El suelo más común en Iguanita es el fangoso constantemente hidratado, aún en estación seca, en conjunto con suelo más consolidado y de tipo hojarasca en áreas del borde interno del manglar. Se obtuvieron dos promedios para las salinidades intersticiales: 38.2±3.3ppm y 36.3±1.5ppm. La precipitación anual es menor a 1500mm y la temperatura media varía entre 26°C y 28°C (IMN 2008).

En el manglar de Iguanita, Samper-Villarreal *et al.* (2012) registraron las especies: *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*; donde *R. mangle* fue la especie con la mayor dominancia relativa (Fig. 1.2); sin embargo los autores resaltan la necesidad de estudios adicionales para descartar la presencia de *Rhizophora racemosa* en el sitio. Tanto el DAP como la altura promedio de este manglar fueron mayores que los registrados para el manglar de Playa Panamá (Cuadro 1.3) (Samper-Villarreal *et al.* 2012).

Cuadro 1.3. Altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) promedios (± error estándar) para la totalidad de árboles de mangle analizados en el manglar de Iguanita y Playa Panamá en Bahía Culebra, Pacífico Norte, Costa Rica (Samper-Villarreal *et al.* 2012).

Manglar	DAP (cm)	Altura (m)
Playa Panamá	16.1±1.2	11.2±0.4
Iguanita	18.1±1.6	17.1±1.3

Manglar de Pochote

El manglar de Pochote en Bahía Ballena fue muy estudiado en la década de 1980. Castaing *et al.* (1980) realizaron un estudio poblacional del molusco *Gelonia inflata* y su relación simbiótica con *Pinnotheres* sp. En esta investigación se observó un incremento en el número de individuos durante mayo y junio. Villalobos *et al.* (1985) encuentran un gran nivel de infestación del isópodo *Sphaeroma terebrans* en las raíces de *R. mangle*; sobre todo en la parte media de la raíz, en los árboles ubicados al borde externo del manglar de Pochote.

Jiménez y Soto (1985) estudiaron la composición estructural florística y los datos climatológicos del manglar de Pochote, como la precipitación anual, el área de la cuenca y la salinidad. Por último, para el manglar de Pochote, Pizarro y Angulo (1994) señalan la información que existe sobre la vegetación del manglar obtenida de Jiménez (1981). Además, Pizarro y Angulo (1994) citan que Jiménez

(1981) estudió las características estructurales del bosque, el índice de complejidad y las características del suelo.

Este manglar cuenta con un suelo de contextura fangosa que denota un alto contenido de materia orgánica. Castaing *et al.* (1980) caracterizan su suelo como arcilloso; y Jiménez (1981) describe que está compuesto principalmente por limo, con algunas fracciones de materia orgánica. En este manglar, la salinidad intersticial promedio fue de 29.75 ± 2.11 ppm; este valor se encuentra dentro del ámbito de salinidades que Jiménez (1981) definió para el manglar (20 ppm-61 ppm).

La precipitación anual era de 3029 mm (Jiménez 1981), lo cual concuerda con los datos oficiales del IMN (2008), que lo ubican entre 2000 y 3000 mm. Esta alta precipitación promedio puede deberse a los vientos provenientes del noreste, los cuales cargan la precipitación pluvial del mar (Villalobos 1985). La temperatura media anual es mayor de 28°C (IMN 2008).

Este manglar comprende un área aproximada de 1.1 km² (Baez 1985). El estero de Pochote presenta una desembocadura de aproximadamente 100 m de ancho y una profundidad promedio de 2.2 m durante la marea alta (Baez 1985). El área de la cuenca del Estero Pochote ha sido calculada en 12.3 km² (Jiménez y Soto 1985), el cual presenta varias bifurcaciones.

Se encontraron tres especies de mangle: *R. mangle*, *R. racemosa* y *P. rhizophorae*. *Rhizophora mangle* se encontraba ocupando el borde externo de todo el manglar (Fig. 1.1), *R. racemosa* se observó detrás de *R. mangle* y *P. rhizophorae* ocupaba la parte más interna del manglar. La vegetación se encuentra dominada por *R. mangle* (Fig. 1.2). El DAP y altura promedio fueron las más bajas de la región (Cuadro 1.1). Se registraron un total de cuatro plántulas.

Se estimó un promedio de 30% de cobertura de algas en las raíces de todos los árboles analizados (Cuadro 1.2). Uno de los géneros de algas, *Bostrychia*, había sido encontrado anteriormente en asociación con *Caloglossa* y *Catenella* (Jiménez 1981). Sobre las raíces de los árboles de mangle se encontró una especie de molusco *Littorina zebra*. Otros organismos identificados fueron el poliqueto *Exogone* sp. y un gusano del Filo Nemertea.



Figura 1.11. Manglar de Pochote, Bahía Ballena. Guanacaste, Costa Rica. Ilustrando la dominancia del mangle rojo *Rhizophora mangle* en el borde del canal. Guanacaste, Costa Rica (Foto: Margarita Loría).

1.5. Discusión

Actualmente los manglares del Pacífico Norte de Costa Rica se ven amenazados por muchas actividades antropogénicas como la tala para la extracción de madera, la expansión de la actividad agrícola o ganadera, el cambio de uso del suelo para la construcción de hoteles o marinas y el desarrollo de salineras y camaroneras. Las camaroneras podrían ser la causa principal de la reducción de los manglares en la zona (Zamora-Trejos y Cortés 2009). La generación de información científica que permita conocer mejor el desarrollo y la ecología de estos ecosistemas es necesaria para definir la manera más adecuada de protegerlos.

Zamora-Trejos y Cortés (2009) enfatizan la falta de investigación en los manglares del Pacífico Norte. Con esta investigación, se ha llegado a generar información que hasta el momento no existía para varios de los manglares en la región. Para Potrero Grande no existían datos sobre las características físico-químicas del agua del manglar (Zamora-Trejos y Cortés 2009), ahora con este estudio se logra generar datos sobre la salinidad intersticial en el suelo. Antes de los resultados presentados en este estudio no existían datos sobre la estructura del bosque ni la dominancia de las especies de mangle, tan sólo la ficha técnica de RAMSAR (RAMSAR 1999) que señala las especies de mangle presentes.

En el manglar de Playa Naranjo sólo se habían realizado investigaciones sobre otros grupos de organismos presentes con algunas observaciones de la vegetación (Zamora-Trejos y Cortés 2009). Con la presente investigación es posible establecer

una composición y estructura para la vegetación del ecosistema. Zamora-Trejos y Cortes (2009) sostienen no haber encontrado información para describir los manglares de Iguanita y Santa Elena, entre doce manglares más de la región del Pacífico Norte. Samper-Villarreal *et al.* (2012) realizan el primer estudio en el manglar de Iguanita, con lo que se logra información sobre la estructura, extensión y composición de este manglar; además se obtienen datos sobre la salinidad intersticial en el sitio. Con esta investigación se logra generar información sobre el manglar de Santa Elena, se obtienen datos sobre las especies de mangle presentes, así como la composición y estructura del bosque. También se describen características del suelo, se registran datos de la salinidad intersticial y se analiza los posibles impactos del incremento en el nivel del mar asociado al cambio climático sobre el manglar.

Haber estudiado manglares que se encuentran bajo alguna categoría nacional de conservación como Santa Rosa, Santa Elena y Potrero Grande, en contraste con manglares que no lo están, como Pochote y Playa Panamá, permite comparar el desarrollo y estructura de estos ecosistemas tan importantes para la región, así como analizar si las políticas de conservación y manejo actuales funcionan. De los manglares analizados durante este estudio, el más diverso fue el de Santa Elena, con seis especies presentes. Los manglares de Playa Naranjo, Potrero Grande y Panamá le siguen con la presencia de cinco especies. Mientras que en Tamarindo, Pochote e Iguanita sólo se registran únicamente tres especies.

En promedio, los árboles menos desarrollados se observaron en el manglar de Pochote. Mientras que en el manglar de Tamarindo se encontraron los árboles con un mayor DAP promedio, en Iguanita se encontraron los árboles más altos en promedio.

Manglar de Santa Elena

En este manglar se encontraron seis especies de mangle: *A. germinans*, *A. bicolor*, *L. racemosa*, *R. mangle*, *R. racemosa* y *P. rhizophorae*. Siendo éste el manglar en donde se encontró el mayor número de especies. Se creía que la distribución de *P. rhizophorae* alcanzaba su límite norte en el manglar de Potrero Grande (Jiménez 1984); sin embargo, fue posible encontrar algunos individuos en este manglar que está más al norte. Al igual que en Potrero Grande, *R. racemosa* dominó la vegetación de este manglar. Sin embargo, después del manglar de Pochote, el manglar de Santa Elena fue el que presentó el menor DAP promedio (13.87 cm).

Las publicaciones científicas para este manglar son inexistentes. Esta investigación ha dado aportes sobre la estructura del manglar y algunas características de su suelo; además de algunas otras especies asociadas a los árboles de mangle.

Este manglar pertenece al sector Murciélago del Parque Nacional Santa Rosa. Sin embargo, a diferencia de los otros dos manglares estudiados que forman parte de este Parque Nacional, el manglar de Santa Elena no colinda con ningún Sector Marino protegido. Esto permite desarrollar actividades extracción o de turismo en Bahía Santa Elena; actividades que en un futuro podrían afectar gravemente la estabilidad de este manglar. Se recomienda la creación de un Sector Marino al menos en la Bahía de Santa Elena para resguardar este ecosistema.

Manglar de Potrero Grande.

El manglar de Potrero Grande fue el manglar que presentó la altura promedio mayor (8.79 m) después de los manglares de Iguanita (17.1 m) y Playa Panamá (11.2 m). El DAP promedio para Potrero Grande (16,08 cm) es igual al del manglar de Playa Panamá (16.1 cm) y un tanto menor al de Iguanita (18.1 cm). Entre el resto de los manglares estudiados, sólo Tamarindo presenta un DAP promedio mayor (30.47 cm). Las especies de mangle analizadas fueron *A. germinans*, *L. racemosa*, *R. mangle*, *R. racemosa* y *P. rhizophorae*; sin embargo, también se notó la presencia de unos pocos individuos de *A. bicolor*. Estas son las mismas especies que se citaron como presentes al declarar el manglar sitio RAMSAR (RAMSAR 1999). Los manglares de Potrero Grande y Santa Elena son los sitios que presentan un bosque dominado por *R. racemosa*.

Antes de esta investigación, no existían datos de salinidad intersticial para este manglar. Tampoco descripción alguna sobre el suelo. Dadas sus características estructurales y de diversidad, el manglar de Potrero Grande puede entonces considerarse como uno de los manglares más desarrollados del Pacífico Norte. Es evidente una recuperación desde que dejó de utilizarse los terrenos para agricultura o la extracción de madera hace más de treinta años (RAMSAR 1999).

Este manglar forma parte del Parque Nacional Santa Rosa en el sector de Santa Elena y al igual que el manglar de Playa Naranjo, colinda con el Sector Marino protegido. Sin embargo, la pesca artesanal se sigue dando de manera ocasional (RAMSAR 1999), esto debido al difícil acceso por tierra y la falta de una estación de guardaparques en la playa para vigilar la protección de esta zona.

Manglar de Playa Naranjo

Este manglar se encuentra dominado por *A. germinans* (59%), dato que concuerda con las observaciones de Bonoff y Janzen (1980), quienes indican que *Avicennia* domina el manglar, cubriendo el suelo de neumatóforos; quienes además, mencionan la presencia de algunos individuos de *R. mangle* y *C. erectus*. Sin embargo, se observó que *R. mangle* pasa a dominar en los bordes junto al estuario, hecho que también coincide con las observaciones de Bonoff y Janzen

(1980). Pool *et al.* (1977) mencionan una dominancia de *R. mangle* en sustratos arenosos estables. Además de las especies antes mencionadas, en este estudio se observó la presencia de *A. bicolor*, *R. racemosa* y *L. racemosa*. La altura promedio que se registró fue de 6.88 m; mientras que Pool *et al.* (1977) mencionan una altura promedio mayor (10 m).

El manglar de Playa Naranjo pertenece al sector de Santa Rosa del Parque Nacional de Santa Rosa; dicho sector colinda con un Sector Marino del mismo parque. Esto permite una mejor regulación de las actividades que se desarrollan alrededor de la costa y que influyen en los bordes externos del manglar. Junto al manglar se encuentra un puesto de guardaparques que se encargan de atender a turistas y proteger este ecosistema.

Manglar de Tamarindo.

Jiménez (1981) registró dos especies más para este manglar: *A. bicolor* y *A. germinans*; especies que probablemente aún se encuentren pero en menor número; ya que en esa ocasión, Jiménez (1981) determinó que *A. bicolor* fue la especie con la mayor dominancia relativa (37%) seguida de *R. racemosa* (31%). Nuestros resultados indican que la mayor dominancia relativa la presenta *R. mangle*. Además, Jiménez (1981) obtuvo una altura promedio para los árboles de 10.7 m.; altura promedio mayor a la encontrada en nuestro caso (25 m), debido a la dominancia de *R. mangle* en los datos. El alto número de plántulas encontradas en comparación con el resto de manglares estudiados puede ser una buena señal para su conservación y regeneración.

El manglar de Tamarindo se ubica junto al Parque Nacional Las Baulas, y se encuentra bajo la categoría de Refugio Nacional de Vida Silvestre, esto permite tener una intervención activa sobre el ecosistema con fines de manejo; así como realizar actividades de pesca o turísticas reguladas con las que se mantiene la comunidad. Tal es el caso de la Asociación de Guías de Tamarindo, que se encargan de realizar diferentes tipos de viajes guiados (tours) a lo largo del manglar. Es importante tener presente que ésta es una de las formaciones de manglar más extensas y mejor desarrolladas para la zona externa de la Península de Nicoya, y que actualmente se ejerce una gran presión sobre el ecosistema sobre todo por parte del sector turismo, que ha crecido considerablemente durante los últimos años en Playa Tamarindo.

Se debe de tener sumamente regulado el uso y conservación de este manglar, sobre todo al ser un Humedal con una categoría de importancia internacional (RAMSAR 1993) y estar conectado con el Parque Nacional Las Baulas, que es uno de los mejores sitios de anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*). De esta forma, se recomienda ascender la categoría del RNVS Tamarindo a Parque Nacional, de manera que se incorpore al Parque Nacional Las Baulas.

Manglar de Playa Panamá

Se encontraron cinco especies de mangle en Playa Panamá: *A. germinans*, *A. bicolor*, *R. mangle*, *C. erectus* y *L. racemosa*; esto concuerda con las observaciones de Cabrera *et al.* (1994), quienes mencionan la presencia de los géneros *Rhizophora*, *Laguncularia* y *Avicennia*; sin embargo no mencionan a *C. erectus*. Después del manglar de Iguanita, Playa Panamá presenta los DAP (16.1 cm) y altura (11.2 m) promedio mayores entre los manglares estudiados.

Era muy poca la información existente sobre el manglar de Playa Panamá. Con la investigación de Samper-Villareal *et al.* (2012) por primera vez se logra caracterizar la vegetación de este manglar así como determinar su estructura, además se determina la extensión del mismo. A pesar de ser uno de los manglares con mayor desarrollo estructural de la zona, y de estar amenazado por la intensa actividad turística que se desarrolla en Bahía Culebra y en todo el Golfo de Papagayo, el manglar de Playa Panamá no se ha declarado Refugio Nacional de Vida Silvestre o alguna otra categoría que permita legalizar su protección. La declaración de este manglar como Refugio Nacional de Vida Silvestre contribuiría con un mejor manejo del mismo y reforzaría su protección.

Manglar de Iguanita

Para este manglar se reportan tres especies: *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*; estos árboles presentaron la mayor altura promedio (17.1 m) de todos los sitios estudiados. Después del manglar de Tamarindo, el manglar de Iguanita presentó el mayor valor de DAP promedio (18.1 cm). Las salinidades intersticiales promedio reportadas para este manglar fueron las más altas entre todos los manglares visitados. La investigación de Samper-Villareal *et al.* (2012) es la única investigación que existe sobre este manglar. Por primera vez, Samper-Villareal *et al.* (2012) determinan la estructura y extensión de este ecosistema. El manglar de Iguanita se encuentra bajo la categoría de Refugio Nacional de Vida Silvestre, de esta manera se protege el manglar, el cual presenta una extensión considerable y cuenta con árboles bien desarrollados. A pesar de esto, las presiones sobre el ecosistema continúan siendo un factor de riesgo para la conservación del mismo, la intensa actividad turística, extractiva y recreativa en Bahía Culebra puede llegar a afectar de manera negativa al manglar de Iguanita.

Manglar de Pochote

Jiménez (1981) encuentra para este manglar tres especies más que las observadas en este estudio: *L. racemosa*, *A. bicolor* y *A. germinans*; con un total de 6 especies presentes; *R. mangle* con la mayor dominancia relativa (39%) (Jiménez 1981), coincidiendo con Castaing (1979). Este dato se ajusta a lo encontrado en

esta ocasión, ya que *R. mangle* también presenta la mayor dominancia relativa (50%). La altura promedio de los árboles registrada por Jiménez (1981) fue de 7.5 m; alturas mayores a las obtenidas en esta investigación (5.67 m).

Al igual que en este estudio, Baez (1985) encuentra individuos de *Littorina zebra* en las raíces de los árboles; pero también cita otras especies adheridas a las raíces o sobre el sustrato, como: *Anadara multicostata*, *A. tuberculosa*, *Polymesoda inflata*, *Mytella guyanensis*, *Littorina fasciata* y *Thais kiosquiformis*. Así mismo, Castaing (1979) encuentra a individuos de la familia Cerithidea, y de los géneros *Littorina* y *Anadara* asociados a las raíces. Entre las especies de plantas asociadas al manglar, Baez (1985) menciona a: *Thypha dominguensis*, *Cyperus* sp. y *Acrostichum aureum*.

El manglar de Pochote es un humedal importante para la zona, entre otros aspectos, por ser zona de crianza para peces de interés comercial como sardinas, anchoas, jureles y corvinas (López y Arias 1987). Además, este manglar se encuentra rodeado de hoteles, empresas turísticas y poblados que realizan distintas actividades en el sitio.

A pesar de que en GRUAS II lo contemplan en la Propuesta Regional de Conservación, el manglar de Pochote no cuenta con ninguna categoría de conservación en el Área de Conservación Tempisque. Sin embargo, se encuentra muy cerca la Zona Protectora de Nicoya. De esta forma, se hace necesario fijar un grado de protección para este sitio y ligarlo de alguna manera a esta Zona Protectora.

1.6. Conclusiones

Dado que la industria turística crece rápidamente en la zona del Pacífico Norte, sobre todo en lugares como la Península de Nicoya y el Golfo de Papagayo, es importante ejercer un mayor control sobre las áreas protegidas de la región y garantizar que estén funcionando adecuadamente. En aquellos manglares donde no existe ninguna categoría de conservación, como Playa Panamá o Pochote, así como otros del Pacífico Norte, se hace necesario establecerlos como Refugios de Vida Silvestre o Áreas Protegidas, para así manejar los recursos del ecosistema de manera regulada. Playa Panamá cuenta con un manglar bien desarrollado para la zona pero se encuentra rodeado de una intensa actividad turística que puede traer consecuencias y llegar a perjudicarlo. Playa Panamá debe de ser protegido bajo alguna categoría que permita regular su uso y manejo. Declararlo Refugio Nacional de Vida Silvestre, además de legalizar su protección, vendría a reforzar los esfuerzos que se han llevado a cabo por proteger el RNVS Iguanita y su humedal. El manglar de Tamarindo, siendo Refugio Natural de Vida Silvestre, sufre presiones que alteran su equilibrio como ecosistema. El pueblo de Tamarindo ha crecido considerablemente en los últimos años a causa del turismo, la carretera principal

colinda con el manglar y el número de personas que ingresan por el estero al manglar cada día no es controlado. Si llegara a incorporarse como parte del Parque Nacional Las Baulas, podría existir un mejor control sobre el uso que se le está dando a este ecosistema, sobre todo por parte del sector turismo. La Asociación de Guías de Tamarindo podría continuar haciendo viajes en el humedal de forma más regulada por parte de las autoridades del PN Las Baulas. La conservación del manglar de Pochote también es de vital importancia para la permanencia de los recursos naturales que se generan con este humedal. En el Golfo de Nicoya actualmente se encuentran establecidas importantes cadenas hoteleras que atraen a un volumen de turistas considerable cada año, esto altera de una forma u otra el balance de los recursos hídricos en la región. Se recomienda entonces, agregar este manglar como parte de la Zona Protectora de Nicoya, o declararlo bajo alguna categoría de conservación.

A pesar de formar parte del PN Santa Rosa, el manglar de Santa Elena se encuentra desprotegido al no tener un Sector Marino que abarque la Bahía Santa Elena. Este manglar es un manglar pequeño, no muy desarrollado pero con muchas especies de mangle presentes, por lo que se evidencia su fragilidad y la importancia de que sea protegido. En este lugar se encontró *P. rhizophorae*, especie que no había sido reportada para el sitio, por lo que se debe resaltar la importancia de realizar investigaciones en la zona. Se recomienda garantizar una conservación efectiva de este manglar, creando un sector marino colindante. Se recomienda que las personas de estas comunidades que realicen alguna actividad de subsistencia en los manglares como piangüar o pescar, se organicen formando cooperativas o algún otro tipo de organización que les permita generar bienes económicos a partir de una extracción (donde se permite por ley) responsable y sostenida de los productos que brindan estos ecosistemas. Por último, es importante la acción conjunta del gobierno, las organizaciones no gubernamentales y las Universidades para poder lograr la conservación efectiva de estos ecosistemas.

2. PASTOS MARINOS

2.1. Introducción

Los pastos marinos o fanerógamas marinas son las únicas plantas verdaderas que se desarrollan totalmente sumergidas en el mar (Green y Short 2003, Larkum *et al.* 2006). Los lechos de pastos marinos conforman ambientes marino-costeros altamente productivos y que proveen importantes servicios ecosistémicos, como su función de ambiente guardería para múltiples organismos acuáticos (muchos de las cuales son de importancia comercial como peces y camarones), promover la deposición de sedimento y evitar su resuspensión, protección costera, alimento directo conformando la base de una cadena alimenticia marina asociada a ellos y como hábitat para múltiples especies marinas, sin olvidar su importancia cultural y socio-económica en general (Larkum *et al.* 2006, Mcleod *et al.* 2011). Aunado a estas cualidades, los pastos marinos, junto con los manglares, conforman los únicos ambientes marinos en regiones tropicales que secuestran carbono, lo cual es un factor crítico para la mitigación del cambio climático a nivel mundial (Mcleod *et al.* 2011, Sifleet *et al.* 2011). Sin embargo, estos ecosistemas han sufrido deterioro y desaparición a nivel mundial por múltiples impactos, primordialmente antropogénicos (Waycott *et al.* 2012).

Estas plantas marinas tienen distribución mundial, excepto en la Antártida (Green y Short 2003, Larkum *et al.* 2006). En Costa Rica se ha reportado la presencia de pastos marinos en ambas costas del litoral las cuales colindan con el Mar Caribe y el Pacífico Tropical Este; regiones con menor biodiversidad de pastos a nivel mundial (Short *et al.* 2007). En el Caribe están presentes actualmente cuatro especies de pasto marino: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halophila decipiens* y *Halodule wrightii* (Cortés y Salas 2009). Una quinta especie de pasto, *Ruppia maritima*, ha sido reportada anteriormente, pero no se ha vuelto a encontrar en décadas recientes. La identificación de una sexta especie de pasto (*Halophila baillonii*, (también conocida como *Halophila baillonis*) ha sido cuestionada, al considerarse que se refiere a *H. wrightii* (Cortés y Salas 2009). El mayor desarrollo de praderas de pasto en el Caribe se encuentra en el Parque Nacional Cahuita y en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, con praderas principalmente dominadas por *T. testudinum* y *S. filiforme* (Cortés y Salas 2009, Krupp *et al.* 2009).

Para el Pacífico de Costa Rica, la diversidad de especies de pastos reportadas es aún menor, contando únicamente con dos especies reportadas (*R. maritima* y *H. baillonii*) (Cortés y Salas 2009). Ambas especies fueron reportadas de una pradera mixta encontrada en la década de 1990 en Bahía Culebra, Pacífico Norte de Costa Rica (Cortés 2001). En dicha pradera dominaba *R. maritima*, con presencia escasa de *H. baillonii* únicamente en zonas más profundas. Sin embargo,

en 1996 por efectos ocasionados por una tormenta tropical en la zona dicha pradera desapareció (Cortés 2001). Más de una década después, a mediados de la década del 2000, sólo se encontraron algunas pocas plantas aisladas de *R. maritima* en Bahía Culebra y en un sitio diferente a donde fueron descritos anteriormente (Jorge Cortés, obs. pers.). La distribución mundial de las praderas actualmente existentes de *R. maritima* (cosmopolita) y *H. baillonii* (distribución limitada) se presenta en la Figura 2.1.

2.2. Objetivos

Objetivo General: Determinar la presencia o ausencia de pastos marinos en el Pacífico Norte de Costa Rica.

Objetivos Específicos.

- Determinar la extensión actual de pastos marinos en dicha región del Pacífico costarricense.
- Caracterizar los ambientes de pasto encontrados, profundizando en el estudio de sus características principales.
- Determinar el estado de conservación de los pastos marinos en esta región de Costa Rica.

2.3. Metodología

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura referente a pastos marinos en Costa Rica. Aquellos informes de presencia de pasto marino en el Pacífico de Costa Rica han sido investigados, donde no se ha encontrado evidencia de presencia de pastos en otros sitios del Pacífico Norte a la fecha. Algunos de los informes recientes en realidad correspondieron al alga verde *Caulerpa sertularioides*, la cual tiene apariencia similar a algunas especies de pasto por presentar frondas foliosas similares a las hojas de los pastos y su capacidad de desarrollar parches tipo pradera en zonas poco profundas de sedimento arenoso cerca de la costa.

Se visitó el Herbario de la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica y el Herbario Nacional de Costa Rica para revisar las colecciones de pastos marinos presentes y en particular los especímenes de pastos de Bahía Culebra, confirmando la presencia de material de referencia de pastos del Pacífico Norte. Se analizaron las imágenes disponibles para la zona y los mapas publicados de la distribución reportada de dicha pradera en el pasado en Bahía Culebra, Pacífico Norte.

Se desarrolló una estrategia de muestreo para caracterizar los pastos de encontrarse, incluyendo organización de equipo de campo necesario, material de procesado de muestras a coleccionar, capacitación de asistentes, estrategia de análisis

de resultados, entre múltiples factores asociados. Se visitó Bahía Culebra durante marea baja en el mes de julio del 2012, revisando exhaustivamente tanto las áreas con presencia anterior de pasto reportada, como áreas aledañas donde no habían sido reportados; para esto, se recorrió todo el borde de la bahía y zonas más profundas. Se tomaron las coordenadas geográficas en múltiples puntos visitados. La profundidad de la columna de agua varió de 1 m (en zonas cercanas a la costa) a 5 m. El sedimento fue de tipo arenoso. Los resultados de dicho esfuerzo culminaron en que en ninguno de los sitios muestreados se encontró desarrollo de pastos marinos, en ningún momento se vieron plantas de pasto individuales ni conformando parches. En la mayoría de los puntos muestreados se encontró presente el alga frondosa nativa *C. sertularioides* (Chlorophyta), con una mayor abundancia de la misma en los sitios junto a la marina Papagayo.

2.4. Resultados

Aparte de las observaciones a mediados de la década del 2000, no ha habido nuevos reportes de pastos marinos en el Pacífico Norte. Han surgido varios “informes” de pastos en años anteriores, pero al verificarlos se han encontrado lechos de algas verdes foliosas y no pastos marinos. Durante este proyecto, así como otros proyectos en Bahía Culebra y a lo largo de la costa del Pacífico Norte durante la última década, no se han encontrado pastos marinos. Dado la falta de nuevos informes de pastos en el Pacífico Norte y luego de verificar la ausencia actual de pastos en el único sitio donde han sido reportados y confirmados anteriormente (Bahía Culebra) se concluye que actualmente no se encuentran pastos marinos presentes en el Pacífico Norte de Costa Rica. Dada la inexistencia de pastos en el sitio no se pudo concretar el objetivo secundario de proceder a su caracterización.

Actualmente en Bahía Culebra, en aquellos sitios donde anteriormente se desarrollaba la pradera de pasto marino y en sitios aledaños, se encontró desarrollándose el alga verde *Caulerpa sertularioides* (Chlorophyta). Esta alga nativa de Costa Rica se ha estado esparciendo rápidamente en la región de Bahía Culebra desde el 2001 (Fernández y Cortés 2005, Fernández-García *et al.* 2012). Dicha alga es una especie oportunística con gran capacidad de adaptarse a las variaciones ambientales dentro de la Bahía, presenta un rápido crecimiento y reproducción altamente efectiva por fragmentación. Su presencia ha sido verificada anteriormente desde la zona intermareal hasta un máximo de 23m de profundidad, con mayor densidad en zonas menos profundas (3-6 m). El alga crece sobre diversos tipos de sustrato, rocoso, coral muerto y vivo y arenoso (Fernández-García *et al.* 2012).

Tanto *C. sertularioides* (Chlorophyta) como *R. maritima* y *H. baillonii* son organismos bentónicos fotosintéticos que requieren de la luz solar para llevar a la

cabo la fotosíntesis, con una claridad de agua y profundidad que permita que dicha luz llegue al fondo marino. Aunado a esto, tanto *Caulerpa* como ambas especies de pasto crecen sobre sustratos arenosos. En praderas del pasto marino *Posidonea oceanica* en el Mediterráneo el alga invasora *Caulerpa taxifolia* ha demostrado que en áreas de baja densidad es una amenaza para el pasto, donde el desarrollo del alga ha ocasionado una disminución en número, ancho y longevidad de las hojas, así como clorosis, necrosis y muerte de los haces de pasto marino (de Villèle y Verlaque 1995). En Bahía Culebra, se ha reportado que *C. sertularioides* ha tenido efectos negativos sobre los organismos bentónicos con énfasis particular en arrecifes de la zona (Fernández y Cortés 2005); sin embargo, la relación entre dicha alga y la ausencia de pastos marinos en la Bahía no ha sido estudiada a la fecha.

De las especies de pasto reportadas anteriormente para el Pacífico de Costa Rica, *R. maritima* tiene distribución mundial y no se encuentra actualmente amenazada (UICN 2010a, ver Figura 2.1). Sin embargo, la especie *H. baillonii* es de particular interés pues a nivel mundial su distribución está altamente fragmentada y se limita a la región del Caribe, Golfo de México, Brasil y el Pacífico de Centroamérica (den Hartog 1970, de Oliveira *et al.* 1983, Carruthers *et al.* 2010, van Tussenbroek *et al.* 2010, UICN 2010b, Guiry y Guiry 2012). En total, esta especie tiene una extensión de menos de 2 000 km² (Carruthers *et al.* 2010), ha sido reportada en menos de diez sitios en todo el mundo, en varios de los cuales ha desaparecido, como en Bahía Culebra (Cortés 2001) y actualmente se considera que se encuentra en un estado de conservación vulnerable (Carruthers *et al.* 2010) (ver Figura 2.1).

2.5. Conclusiones

A la fecha, los pastos marinos encontrados anteriormente en Bahía Culebra no se encuentran presentes en el sitio y no ha habido nuevos reportes verificados de presencia de praderas de pastos marinos en el Pacífico Norte de Costa Rica. Este ecosistema marino-costero ha desaparecido en esta región desde que la única pradera reportada fue impactada por efectos de una tormenta en 1996, sin evidenciar recuperación aparte de unas pocas plantas observadas hace varios años y actualmente ausentes. Se considera que los pastos marinos en el Pacífico Norte pueden ser efímeros, altamente variables o altamente sensibles a variaciones en la calidad de agua, la cual es afectada por numerosos factores. La presencia del alga *C. sertularioides* en sitios anteriormente dominados por pastos marinos puede estar jugando un papel crítico en la dinámica de recuperación de los pastos en Bahía Culebra. Se sugiere estar atentos a la presencia de pastos en el Pacífico Norte, en particular en relación a si *R. maritima* o *H. baillonii* podrían estar reapareciendo en

Bahía Culebra o apareciendo en otros sitios, como se ha visto recientemente en Golfo Dulce (Samper-Villarreal *et al.* en prep., Sarmiento *et al.* en prep.).

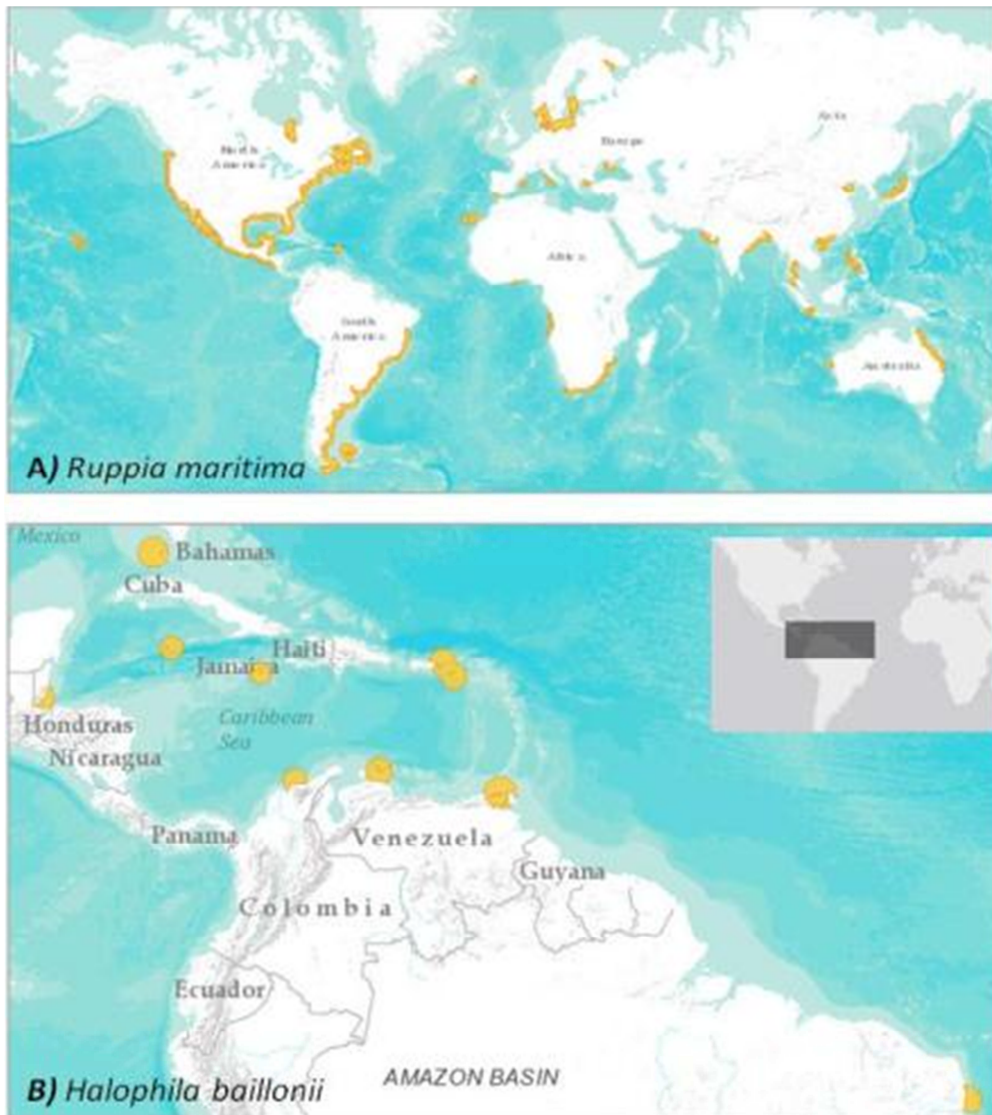


Figura 2.1. Mapas de distribución de praderas actualmente existentes (círculos de color naranja) a nivel mundial de las especies de pasto marino reportadas anteriormente para el Pacífico de Costa Rica: A) *Ruppia maritima* y B) *Halophila baillonii*. Fuente: UICN (2010a,b)

3. ARRECIFES Y COMUNIDADES CORALINAS

3.1. Introducción

Los corales son pequeños organismos coloniales anatómicamente muy simples, pero con una gran importancia ecológica en las costas tropicales de todo el planeta. Estos organismos son los formadores de los arrecifes coralinos. El ecosistema más diverso del océano, solo comparado con los bosques tropicales (Reaka-Kudla 1997). En un arrecife coralino se encuentran presentes casi todos los phyla existentes, y las más sorprendentes y complejas interacciones ecológicas entre éstos: simbiosis, parasitismo, mutualismo (Birkeland 1997, Reaka-Kudla 1997, Karlson 1999).

A lo largo de la costa pacífica de Costa Rica se presentan muchas comunidades coralinas, pero la mayoría son muy poco conocidas. Estas revisten gran interés, debido a que la región presenta unas condiciones físicas naturales característicamente restrictivas para el desarrollo coralino (Cortés 1997). Amplias variaciones de temperatura a lo largo del año, debido a la incidencia de fuertes vientos Alisios durante el verano, que causan el afloramiento de aguas frías, y ricas en nutrientes frente a las costas del Pacífico norte del país (McCreary *et al.* 1989), así como la incidencia periódica de incrementos en la temperatura del mar por efecto del Fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) (Glynn *et al.* 1983).

Lamentablemente estos ecosistemas, únicos a nivel mundial, debido a su persistencia y adaptación a este ambiente adverso, no solo es poco conocido, sino que actualmente afrontan serias amenazas debidas a la sobre explotación y la pesca y extracción incontrolada de sus recursos naturales en muchos lugares, la contaminación y eutrofización antropogénica que potencializa fenómenos naturales nocivos como son las mareas rojas (Morales-Ramírez *et al.* 2001, Jiménez 2008, Jiménez y Cortés 2008), y a esto se suma que actualmente muchos de los lugares donde existe desarrollo importante de comunidades coralinas en la costa Pacífica del norte de Costa Rica enfrentan a un nuevo reto en la protección de los ambientes marinos, pues existe un creciente interés por promover el “desarrollo” de los litorales, generalmente con megaproyectos turísticos que muchas veces no toman en consideración la sostenibilidad socioeconómica y ambiental. Las evaluaciones ecológicas rápidas como la que aquí se presenta, se convierten en herramientas claves para los responsables en la toma de decisiones de manejo y protección de los ambientes marino-costeros.

3.2. Objetivos

Objetivo general

Evaluar los arrecifes y comunidades coralinas del Pacífico Norte de Costa Rica.

Objetivos específicos

- Revisar todos los artículos publicados sobre arrecifes y comunidades coralinas del Pacífico Norte de Costa Rica.
- Realizar transectos en arrecifes y comunidades coralinas escogidos del Pacífico Norte de Costa Rica.
- Estudiar la biodiversidad de los arrecifes y comunidades coralinas del Pacífico Norte de Costa Rica, con énfasis en los octocorales.
- Publicar los resultados para dar a conocer la riqueza marina del Pacífico Norte de Costa Rica.
- Generar sugerencias sobre posibles expansiones de áreas protegidas o creación de áreas nuevas.

3.3. Metodología

Lo primero que se hizo fue recopilar toda la información científica publicada para tener una idea del estado inicial del conocimiento del Pacífico Norte de Costa Rica. La compilación completa y analizada se presenta como un componente del informe final del proyecto: Estudios científicos en el área costera del Pacífico Norte, Costa Rica. En este componente nos limitamos a los estudios sobre arrecifes y comunidades coralinas, y sus organismos asociados.

Para la obtención de la información del estado actual de las formaciones coralinas del Pacífico norte que se presentada en este informe, se realizaron tres visitas de campo, a los sectores de Bahía de Santa Elena (mayo y agosto de 2012) y Cabo Blanco (marzo y agosto de 2012). En estas giras de campo se visitaron 23 localidades en las cuales mediante el uso de equipos de buceo autónomo (SCUBA) se adelantaron descripciones cualitativas de cada una de ellas, y en los casos de presencia significativa de comunidades coralinas, se llevaron a cabo determinaciones cuantitativas de la cobertura del sustrato (con énfasis en cobertura coralina), empleando el método evaluación ecológica rápida mediante transectos lineales con cadena (57 transectos). Además se aprovechó una de las giras regulares de monitoreo mensual que el CIMAR adelanta en Bahía Culebra (agosto de 2012) para completar la información actualizada de este sector.

Debido al alto costo que implican las giras de este componente en particular (desplazamiento al lugar y alquiler de vehículos, alquiler de botes), a la limitación de recursos presupuestarios asignados, y a que éstos debían repartirse entre los demás componentes que integran este estudio, existió una seria restricción para ampliar el plan de giras. Sin embargo, recientemente (2009-2011) el CIMAR adelantó un completo trabajo de visitas exploratorias a diversos puntos de la costa del Pacífico (Cortés *et al.* 2011), cuyo objetivo principal fue determinar la

presencia de formaciones coralinas y evaluar su estado de conservación actual. Dicho trabajo hizo parte del estudio “Evaluación científica y programa de monitoreo de ambientes coralinos en el Pacífico de Costa Rica” (Proyecto No. 808-A9-521 del 2011), contratado por Conservación Internacional. Parte de esta información generada ha sido empleada para completar las descripciones que se presentan en este estudio.

Para las evaluaciones cuantitativas, se determinó la cobertura bentónica cada uno de los lugares visitados, empleando el método de evaluación ecológica rápida, empleado en otros trabajos similares en toda la costa del Pacífico de Costa Rica (Jiménez 2001a, b, Jiménez *et al.* 2001, 2010, Jiménez y Cortés 2003). Se prefirió este método de trabajo para facilitar la comparación regional, y así poner en perspectiva los resultados obtenidos. El método consiste en extender una cadena liviana (10 m de longitud, eslabones de ≈ 1 cm), siguiendo el contorno de la superficie del fondo. Se registra el número de eslabones que coinciden con las categorías evaluadas, las sumatorias totales por categoría obtenidas, se convierten a porcentajes de cobertura. En cada punto de muestreo se efectuaron cinco réplicas de cadena, obteniendo una longitud total de 50 m. y el dato final por categoría para cada sitio es el promedio de estos. El muestreo se repite sucesivamente hasta cubrir completamente la zona de cada sector en que se realiza la evaluación.

Dentro del Área de Conservación Guanacaste (ACG) se visitaron las localidades de Golfo de Santa Elena (10 estaciones) y Golfo de Papagayo (10 estaciones). En el Área de Conservación Tempisque (ACT) se tomaron en cuenta 9 localidades: Punta Gorda (5 estaciones), Bahía Potrero (12 estaciones), Bahía Brasilito (5 estaciones), Cabo Velas (7 estaciones), Villareal (5 estaciones), Marbella (7 estaciones), San Juanillo (7 estaciones), Garza (10 estaciones), y Cabo Blanco (14 estaciones). La denominación de las localidades obedece a las designaciones de las hojas cartográficas que integran el Mapa de Costa Rica escala 1:50.000 del Instituto Geográfico de Costa Rica (Fig. 3.1).

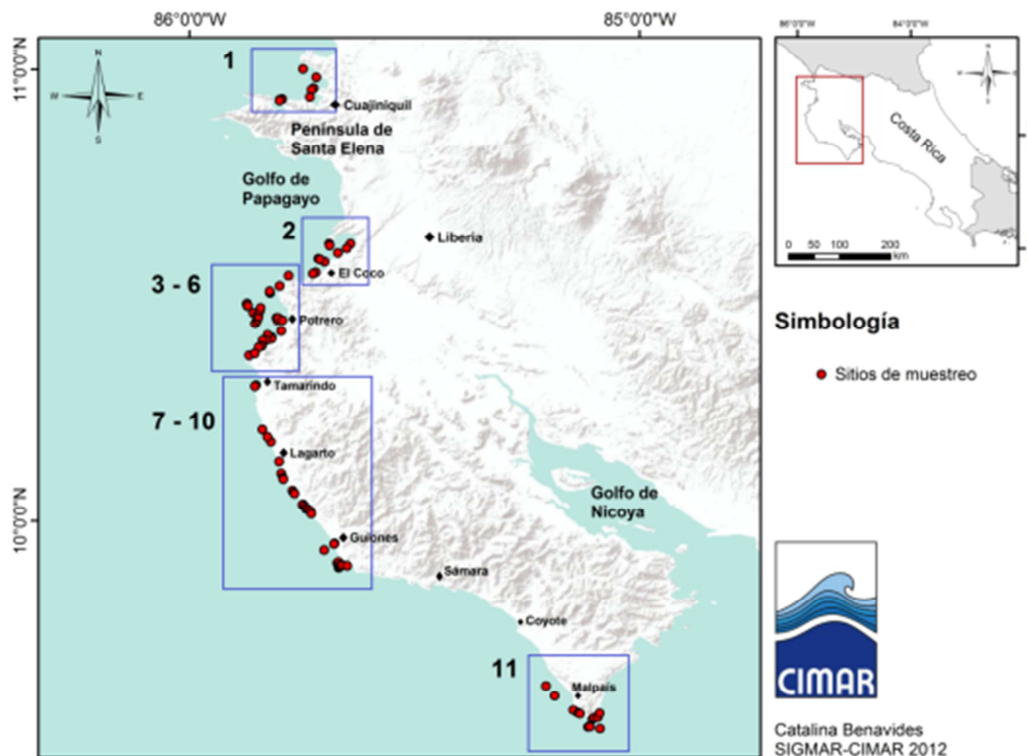


Figura 3.1. Áreas de estudio (números –ver Cuadros 3.1 y 3.2) consideradas en la evaluación de los ambientes coralinos.

3.4. Resultados y Discusión

En el Anexo (cuadro A15 y A16) se presenta la lista de publicaciones sobre arrecifes y comunidades coralinas del Pacífico Norte de Costa Rica y organismos asociados, con énfasis en los octocorales. La información contenida en estos trabajos fue usada para evaluar el estado del conocimiento, escoger algunos sitios de estudios y determinar cambios a través del tiempo, además, sirvió para empezar a evaluar la biodiversidad marina del Pacífico Norte de Costa Rica. La gran mayoría de las investigaciones sobre arrecifes y comunidades coralinas han sido realizadas en Bahía Culebra indicando el vacío de información de otras áreas del Pacífico Norte de Costa Rica. Con este proyecto se empieza a completar esa información. Dos trabajos tratan sobre cambios en el tiempo, uno a largo plazo, cientos de años, desde la Pequeña Edad de Hielo, y otro a más corto plazo, décadas. Es importante continuar con estudios sobre cambios de algunos arrecifes y comunidades coralinas importantes y es fundamental tomar otros datos para determinar las causas de esos cambios.

Sobre los organismos asociados a los arrecifes y comunidades coralinas de los que más se conoce es de los octocorales, pero aun así falta mucho. El

subcomponente sobre octocorales en este proyecto viene a complementar esta información. Existen cuatro documentos sobre peces de arrecifes, dos tesis y dos publicaciones, pero faltan muchos más. Igualmente, con este proyecto se empieza a complementar esa información. Un trabajo trata sobre organismos asociados a una especie de coral, lo que indica la importancia de esa especie en la diversidad de la región.

Un estudio importante es el modelo de impacto de la bioerosión de los arrecifes por parte del erizo de mar, *Diadema mexicanum*. Este erizo tenía una abundancia relativamente baja y su efecto erosivo era poco importante, pero en los últimos años, posiblemente asociado a un incremento en nutrimentos en las aguas de Bahía Culebra por la actividad humana, se ha favorecido la proliferación de algas y con ello el aumento en las poblaciones del erizo. Esto ha conducido a un aumento en la bioerosión de los arrecifes.

3.5. Caracterización de las comunidades coralinas, áreas arrecifales y poblaciones de octocorales

Para caracterizar el estado actual de las formaciones coralinas del Pacífico norte de Costa Rica, se analizó la información recabada en 91 puntos de muestreo, correspondientes a 11 localidades (Fig. 3.1), abarcando desde Isla Despena (Golfo de Santa Elena) hasta Punta Mocha (Cabo Blanco). Todos los lugares fueron caracterizados cualitativamente, describiendo sus principales atributos físicos, los ambientes naturales encontrados, su estado de conservación, y las especies bentónicas dominantes. En los sitios donde se detectó presencia significativa de formaciones coralinas se realizaron transectos de cadena (10 m lineales cada una) para determinar porcentajes de cobertura del sustrato. En general, se realizaron 518 transectos de cadena a diferentes profundidades. Todos los sitios evaluados se encuentran fuera de cualquier área marina protegida, excepto Isla Cabo Blanco, sin embargo, la información relativa a este punto se incluye debido a su valor informativo, ya que se trata de los primeros datos cuantitativos que se tienen para este lugar.

Los resultados se presentan por separado para las dos Área de Conservación evaluadas: Área de Conservación Guanacaste y Área de Conservación Tempisque.

3.5.1. Área de Conservación Guanacaste (ACG)

Puntos de Muestreo

Esta área incluye las localidades de Golfo de Santa Elena y Golfo de Papagayo. Para la primera de éstas, se tuvieron en cuenta 10 estaciones de muestreo dentro de

las cuales se realizó un total de 45 transectos de cadena. Los sitios visitados incluyen Isla Despensa, Islotes Los Muñecos, bajos Viejón y Rojo, Isla Cabros, Punta Pochote y alrededores, Bahías Matapalito y El Hachal. En tanto que para el sector del Golfo de Papagayo, se incluyen 10 estaciones de muestreo, y se llevaron a cabo 35 transectos de cadena. Los sitios visitados en el Golfo de Papagayo incluyen la Ensenada Viradores del Norte, Bahía Culebra, Islas Pelonas, Bajo Sorpresa, Punta Gringo y Bahía Ocotal (Fig. 3.1, Cuadro 3.1 y Anexos: Fig. A1, A2, Cuadro A1, A2).

Cuadro 3.1. Arrecifes y comunidades coralinas en el ACG (ordenados de Norte a Sur de acuerdo a las áreas en las Figs. 3.1, 3.2 y 3.3) donde se realizaron evaluaciones cuantitativas (transectos, 10 m de longitud cada uno) y observaciones generales cualitativas (--). Se indica el número de transectos y los totales por área, ámbito de profundidad y porcentajes promedio de cobertura coralina viva.

No. Área	Localidad	No. Estación	Estación	No. Transectos	Profundidad (m)	% prom. coral vivo
1	Golfo de Santa Elena	1	Isla Despensa	5	8.0-14.0	19.49
		2	Isla Juanilla	5	6.5-7.0	3.78
		3	Isla Los Muñecos (David)	5	12.0-14.0	41.24
		4	Bajo Rojo	---	---	
		5	Bajo Viejón	5	9.0-20.0	50.15
		6	Bahía Matapalito	5	1.8-6.0	59.49
		7	Bahía Lucas	5	1.9-7.0	70.07
		8	Punta Pochote	5	4.2-6.0	57.31
		9	Isla Cabros N	5	3.0-5.0	44.29
		10	Bahía El Hachal	5	1.3-2.5	57.13
			Total	45		44.77
2	Golfo de Papagayo	11	Ensenada Viradores del Norte	---	---	
		12	Playa Blanca	---	---	
		13	Monte del Barco	---	---	
		14	Punta Arenilla	---	---	
		15	Esmeralda	10	8.3-11.0	0.47
		16	Penca-Cacique	5	4.0-4.5	0.00

		17	Roca Pelonas	20	2.2-10.8	10.28
		18	Bajo Sorpresa	---	---	
		19	Punta Gringo	---	---	
		20	Bajo Ocotal	---	---	
			Total	35		6.10

Arrecifes y comunidades coralinas

Las más extensas y desarrolladas formaciones coralinas encontradas en el ACG se encontraron en bahías protegidas, creciendo sobre fondos de arena y rocas relativamente someros y de suave inclinación, éstas estuvieron conformadas principalmente por varias especies del género *Pocillopora*. También se encontraron importantes formaciones en la cima y paredes de algunos bajos, y alrededor de algunas islas, islotes y puntas presentes en el área, creciendo sobre los taludes rocosos que se proyectan como continuación de la orografía costera. Dichos taludes suelen ser estrechos y de fuerte inclinación, finalizando en planos arenosos. Si bien se observan colonias dispersas de coral desde las zonas más someras de estos litorales, los mayores valores de cobertura coralina en estos puntos se registran en la franja más profunda (2 a 4 m de ancho) del sustrato rocoso que limita con el plano arenoso. La descripción de las formaciones coralinas encontradas en Santa Elena, a continuación, se presenta más en detalle que la del resto de las zonas estudiadas, debido a su sobresaliente desarrollo y buen estado de conservación.

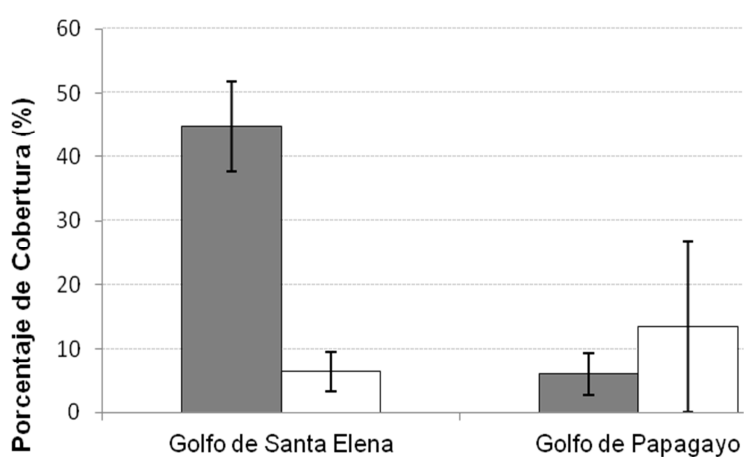


Figura 3.2. Porcentajes promedio de cobertura coralina viva (gris oscuro) y muerta (blanco) en las localidades pertenecientes al ACG (prom. $\pm$ err. est.).

El área de Bahía Santa Elena destaca por los altos valores de cobertura coralina viva encontrados en casi todos los puntos evaluados (todos excepto la Estación 2). En promedio para esta área se registra un valor de cobertura coralina de $44.77 \pm 7.00\%$ (Fig. 3.2), pero llegando a alcanzar valores tan altos como de $70.07 \pm 6.38\%$ en uno de los puntos muestreados (Estación 7). El valor promedio registrado de coral muerto para esta área fue de $6.43 \pm 3.22\%$.

En esta área se distinguen tres tipos de formaciones coralinas dependiendo el ambiente en que se desarrollan: a) arrecifes monogenéricos (*Pocillopora* spp.) compactos presentes en bahías y puntas protegidas, creciendo sobre fondos de arena relativamente someros; b) arrecifes y comunidades coralinas alrededor de islas e islotes, creciendo sobre sustratos rocosos; y c) arrecifes y comunidades coralinas creciendo en la cima de bajos de profundidad media.

El primero de estos tipos constituye las formaciones coralinas mejor desarrollados y de mayor extensión (algunas de aproximadamente 500 m de longitud y de 10 a 50 m de ancho), y registra los máximos valores de cobertura coralina viva no solo del ACG sino en general de todos los lugares observados del Pacífico Norte. Consiste en bloques monoespecíficos compactos, o con grupos de algunas especies de coral intercalados. Dichos bloques están constituidos principalmente por *Pocillopora damicornis*, *Pocillopora verrucosa* y/o *Pocillopora inflata*. En general presentan un buen estado de salud arrecifal, aunque se encontraron evidencia de blanqueamiento coralino en algunos puntos específicos de las formaciones (Fig. 3.3A).

El segundo tipo, corales creciendo alrededor de islas e islotes, aunque presenta una conformación menos compacta, en algunos puntos determinados la cobertura puede llegar a ser bastante alta. Para este caso, la especie dominante es *Pavona gigantea*, creciendo de forma costrosa o colonias formando pilares; algunas de estas colonias pueden tener tamaños individuales de ≈ 2 m de eje máximo. Igualmente presenta un buen estado de salud arrecifal. También suele ser común encontrar colonias dispersas de *Porites panamensis*.

El tercer tipo, corales creciendo en bajos, es similar al tipo anterior en cuanto a porcentajes de cobertura coralina viva y especie dominante (*P. gigantea*). Estas formaciones se encuentran coronando este tipo de accidentes sumergidos, y en las partes menos profundas de las paredes rocosas que alcanzan en su base profundidades de alrededor de 20-25 m. En dichos bajos se encontró otra comunidad de especial interés y valor excepcional, como son densos bosques de coral negro (*Myriopathes panamensis*) especie localmente extinta de muchas regiones del Pacífico, debido a la presión que sufren por extracción ilegal. Las comunidades encontradas de este coral negro también presentan un estado de conservación excepcionalmente bueno a pesar de presentar evidencias antiguas de corte y extracción en el pasado. Sin embargo, una especie de peces arrecifales típicamente asociadas con este coral negro, como lo es el Halcón narizón

(*Oxycirrhites typus*), es poco abundante, dado que se trata de una especie muy buscada por los acuaristas y que sufre un fuerte impacto extractivo. Además de *M. panamensis*, en los bajos de la zona también se registra la presencia de especies de octocorales que en algunos puntos pueden llegar a ser abundantes, como *Leptogorgia alba* (muy abundante), *Pacifigorgia firma*, *Leptogorgia rigida*, *Carijoa riisei*, *Pacifigorgia irene*, *Pacifigorgia rubicunda* y *Muricea fruticosa*, entre otras.

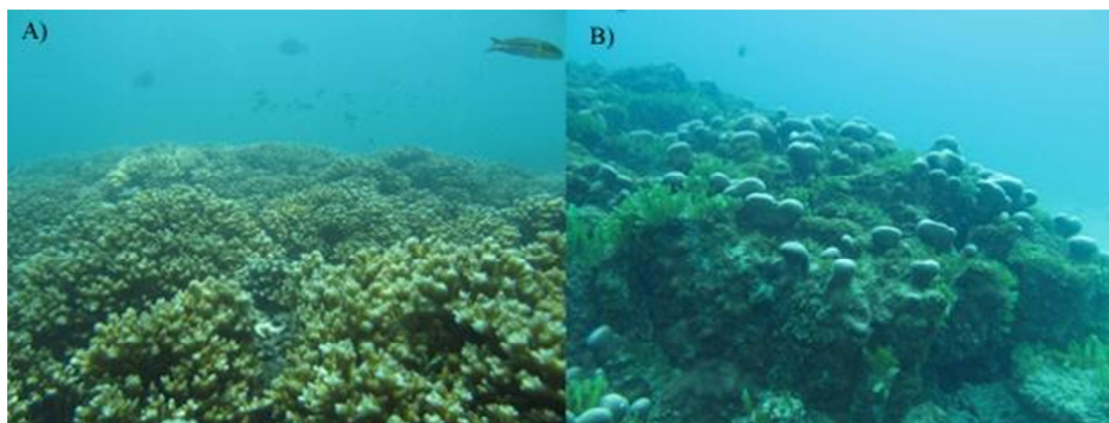


Figura 3.3. A. Arrecife monoespecífico de *Pocillopora damicornis* en Isla Cabros (Santa Elena). B. Recuperación de *Pavona clavus* a partir de pequeños fragmentos sobrevivientes, remanentes de grandes colonias muertas, en Ensenada Viradores del Norte (Bahía Culebra).

En general, las formaciones coralinas presentes en el área del Golfo de Santa Elena desatacan por sus altos porcentajes de cobertura coralina, diversidad y buen estado de conservación, haciendo inminente que sean prontamente amparados bajo alguna categoría de manejo. Algunas de estas amplias y bien desarrolladas formaciones coralinas no habían sido documentadas hasta la fecha, y por lo mismos constituyen uno de los aportes más valiosos de este trabajo.

Siguiendo más al sur, en el área del Golfo de Papagayo, Se encuentran varias comunidades coralinas, principalmente dentro de Bahía Culebra y sectores adyacentes a ésta. El valor promedio de cobertura coralina viva registrado para este lugar es de $6.10 \pm 3.35\%$, en tanto que el porcentaje de cobertura de coral recientemente muerto fue de $13.47 \pm 13.40\%$. Se trata de un lugar que hasta no hace mucho (antes de 2007) presentaba unas condiciones verdaderamente excepcionales en cuanto a la amplia distribución de arrecifes y formaciones coralinas, sus altos valores de cobertura coralina viva, alta diversidad y buen estado de conservación, constituyéndose al lado de la Isla del caño en el sitio que presentaba los mejores y más complejos desarrollos coralinos de la parte continental del Pacífico costarricense (Cortés y Jiménez 2003). Sin embargo, su salud y extensión arrecifal se vio seriamente afectada en primera instancia por el

sobre crecimiento del alga invasiva *Caulerpa sertularioides* (Fernández y Cortés 2005, Fernández-García *et al.* 2012) y posteriormente y de manera más contundente por una serie de mareas rojas iniciada en 2004 y que se intensificó a partir de 2007 (Jiménez 2008, Jiménez y Cortés 2008).

Las excepcionales condiciones que presentaban las formaciones coralinas este lugar, sumadas al hecho de su fácil acceso, fue el motivo principal para que desde 1999 en CIMAR implementara un monitoreo mensual ininterrumpido de esta área. Dicho monitoreo aún se encuentra vigente. Los ambientes coralinos presentes actualmente en Bahía Culebra consisten en remanentes de las antiguas formaciones que allí se presentaban. En ensenadas y sectores protegidos de la costa se encuentran actualmente pequeños parches de *P. damicornis*, principalmente sobre planos arenosos profundos, adyacentes a lo que anteriormente eran grandes bloque arrecifales. Cabe destacar también el caso de la formación arrecifal presente en una de las estaciones evaluadas (Estación 11), conformada principalmente por *Pavona clavus*, la cual también fue fuertemente afectada por el azote de las mareas rojas, llegando a perder hasta casi el 80% de su cobertura viva. Actualmente, a partir de pequeñas áreas de las colonias, que sobrevivieron a esta mortalidad masiva, se viene recuperando exitosamente este arrecife, aunque lo hace de manera muy lenta (Fig. 3.3B).

En general para el área del Golfo de Papagayo, las principales especies formadoras de arrecife son actualmente aquellas del género *Pavona* (*P. clavus*, *P. gigantea* y *P. varians*). También aparecen, pero en menor cuantía, pequeñas colonias costrosas de *Porites panamensis* y *Psammocora stellata*. *Pocillopora damicornis* y *P. elegans* que hasta no hace mucho eran las especies dominantes de esta región, como ya se indicó, actualmente presentan bajos índices de presencia y abundancia. Sin embargo, a pesar de la crítica situación que atraviesan las formaciones coralinas de Papagayo, se pueden apreciar claros indicios de recuperación en varios lugares de esta área (Playa Blanca, Esmeralda, Islas Pelonas e Islas Palmitas), la cual podría llegar a ser exitosa a largo plazo, toda vez que se reduzca la incidencia (intensidad y frecuencia) de los factores ambientales que los afectan negativamente, que son potencializados por el efecto antropogénico. La presencia de octocorales en los sitios visitados en este sector es muy baja, solo representados por pequeñas colonias de *L. alba* que ocasionalmente se encuentran en algunos lugares.

Abundancia relativa de organismos

Complementando las determinaciones cuantitativas de porcentajes de cobertura del sustrato (transectos de cadena), se realizaron observaciones cualitativas sobre la abundancia relativa de organismos bentónicos conspicuos en todas las estaciones de muestreo incluidas. Esta información es una guía útil para

obtener una visión general más completa de la composición de la comunidad arrecifal asociada a las formaciones coralinas en cada uno de los lugares visitados. La lista completa de organismos asociados al bentos en los sitios de muestreo del Golfo de Santa Elena y sus abundancias relativas se presentan en el Anexo Cuadro A1.

En los lugares evaluados pertenecientes a la Bahía de Santa Elena, Además de confirmar la dominancia de las especies de coral *P. gigantea*, *P. damicornis* y *P. verrucosa* como principales formadoras del arrecife, y la excepcional abundancia del coral negro *Myriopathes panamensis* en los bajos visitados, donde también son abundantes varias especies de octocorales, se destaca la alta abundancia encontrada de los erizos *D. mexicanum*, y en menor medida *Toxopneustes roseus*. *Diadema mexicanum* registra para esta área una densidad promedio de 5.3 ± 0.9 ind./m², llegando a alcanzar un máximo de 17 ind./m² en uno de los transectos realizados en Isla Cabros (Estación 9).

Organismos filtradores como ostras perlíferas (*Pinctada mazatlanica*), cirripedios y ascidias también son relativamente abundantes en esta área, principalmente en los islotes visitados donde la incidencia del oleaje y las corrientes es más intensa. Con respecto a la abundancia de organismos bentónicos que se presentan en los sitios de muestreo correspondientes al Golfo de Papagayo (Anexo Cuadro A2), a parte de las especies dominantes de corales y octocorales ya mencionadas, resalta la abundancia del erizo *D. mexicanum* en casi todos los lugares visitados. Esta especie presentó para toda la costa Pacífica de Costa Rica una explosión poblacional a finales del 2008 e inicios del 2009, la cual se evidenció con mucha mayor intensidad en el área de Bahía Culebra, donde alcanzó densidades poblacionales máximas que superaban los 50 ind./m² (J. Nivia-Ruiz, datos no publicados). Si bien esta densidad poblacional ha decrecido con el paso de los años, *D. mexicanum* aún se cuenta como muy abundante en muchos sectores de la bahía y alrededores. Sin embargo, esta especie no se clasifica como invasora, como si es el caso del alga verde *C. sertularioides*, la cual, aunque nativa del Pacífico Oriental (es una especie de amplio ámbito de distribución geográfica mundial), a partir de su explosión poblacional ocurrida en 2004 (Fernández y Cortés 2005) sigue presentando un comportamiento fuertemente invasivo favorecido por su rápido crecimiento, efectiva estrategia de dispersión (fragmentación-regeneración) y agresiva capacidad de sobre crecimiento de colonias de coral, afectando principalmente especies de los géneros *Psammocora* y *Pocillopora*.

Sugerencias para la ampliación o creación de nuevas áreas marinas protegidas (AMPs) para el Área de Conservación Guanacaste

A partir de los datos recabados en campo mediante la evaluación rápida ecológica llevada a cabo, observaciones hechas en los diferentes puntos

estudiados, y el conocimiento previo tanto de las características ecológicas del ecosistema coralino, y de las especies allí encontradas, así como de algunas particularidades propias de la zona considerada, sugerimos la ampliación o creación de nuevas AMPs para el Área de Conservación Guanacaste.

Esta región es afectada periódicamente por eventos anuales de afloramiento de aguas profundas, frías y ricas en nutrientes (McCreary *et al.* 1989, Alfaro *et al.* 2012). Este fenómeno natural, aparte de enriquecer las aguas superficiales, somete a las poblaciones biológicas de aguas costeras someras a cambios drásticos de temperatura, condición que imprime un factor de tensión en el desarrollo de las mismas, pero que a la vez y a lo largo del tiempo, ha determinado que los ecosistemas naturales allí presentes se hayan adaptado a esta condición de amplia variabilidad térmica. Esta adaptabilidad lograda por las comunidades allí presentes se constituye en un factor determinante en el potencial de conservación a futuro, en un escenario de cambio climático, siendo esta una de las principales razones para ser consideradas como candidatas preferenciales en cualquier plan de conservación y manejo de los ambientes naturales y la biodiversidad.

Las formaciones coralinas y poblaciones de octocorales evaluados en el área del Golfo de Santa Elena presentan condiciones excepcionales de desarrollo y conservación, siendo ésta actualmente la localidad que presenta los arrecifes y comunidades coralinas más sobresalientes de todo el Pacífico norte costarricense.

Las mareas rojas que en los últimos años han afectado críticamente casi todas las formaciones coralinas del Pacífico costarricense han diezmado de manera drástica las poblaciones de coral de las especies del género *Pocillopora*, que hasta no hace mucho era el principal grupo formador de arrecifes coralinos en esta costa del país. Esta situación ha llevado a que actualmente sea un grupo de especies minoritarias en sitios donde antes fueron dominantes, e incluso, se encuentran localmente extintas en algunos sectores de la costa Pacífica donde antes se encontraban presentes. Sin embargo, en los puntos estudiados de esta región se encontraron arrecifes relativamente extensos y en buen estado de conservación de *P. damicornis*, *P. verrucosa* y *P. inflata*, ubicados principalmente en los extremos oriental y occidental de la boca de la Bahía de Santa Elena (puntas Sortija y Pochote y alrededores), y las bahías de Matapalito y El Hachal.

Otra excepcionalidad que cobra gran importancia a la hora de valorar la riqueza biológica de esta localidad, es la alta diversidad y abundancia de especies de octocorales en los bajos presentes en el golfo, siendo de especial relevancia la presencia de “bosques” de coral negro en buen estado de conservación a pesar de las situaciones de tensión antropogénica a las que son sometidos (extracción, sobrepesca). Estos hechos, aunados a la muy baja presencia del alga invasora *C. sertularioides* en todos los puntos evaluados de este sector, la cual disminuye significativamente el potencial de desarrollo y crecimiento, y la capacidad de

recuperación de los arrecifes coralinos, son factores determinantes que sugieren la inminencia de que ésta zona sea amparada por una categoría de manejo idónea y específica.

Las áreas marinas de Santa Elena actualmente desprotegidas, afrontan importantes amenazas, principalmente debidas a la sobrepesca legal e ilegal, la pesca deportiva, y la extracción de especies de peces ornamentales y en ocasiones octocorales, que son empleados en la elaboración de joyería y artesanías, así como también, aunque en menor medida (comparado a la situación que se presenta en el Golfo de Papagayo), debidas al desarrollo de la infraestructura habitacional costera, y nuevos megaproyectos en etapa inicial de ejecución de megaproyectos hoteleros.

Por estos motivos se sugiere la extensión de la zona marítima del Parque Nacional Santa Rosa, bordeando hacia la costa nororiental de la Península de Santa Elena, abarcando los sectores de Isla Los Negritos, y desde Punta Blanca, hasta Punta Descartes, y abarcando hasta una distancia de al menos 3 km de la costa para incluir las islas, islotes y bajos sumergidos que allí se encuentran.

Si bien los programas de educación ambiental llevados a cabo por el ACG en cabeza de la bióloga María Marta Chavarría — quien desempeña una admirable labor en las comunidades, principalmente entre los niños y jóvenes del sector— han rendido importantes frutos a favor de la concientización ambiental de los habitantes de la región, un sector importante de la población que deriva su sustento directamente de labores de pesca y extracción, aun se presenta receloso a que esta zona de la costa sea designada bajo alguna tipo de categoría de manejo. Sin embargo, es precisamente este buen acercamiento que ha podido establecer el AGT con los habitantes del lugar, una muy valiosa herramienta para establecer escenarios de consenso y acuerdo con las comunidades locales, a la vez que se planteen y apoyen programas de alternativas laborales afines con los objetivos de la conservación, como son el ecoturismo regulado, las actividades recreativas de buceo, “snorkel” y observación de cetáceos.

Igualmente, para el área del Golfo de Papagayo, se plantea que la localidad de Bahía Culebra —incluyendo los sectores de Esmeralda, Playa Blanca (Bahía Impace) la parte externa de la Península de Nacascolo y las islas Pelonas y Palmitas—, también sean incluidas bajo una categoría de manejo específica.

Esta localidad ha afrontado en los últimos años serios problemas ambientales y conflictos derivados principalmente del creciente y en cierta medida descontrolado crecimiento de los desarrollos hoteleros a gran escala que ha ocasionado importantes modificaciones del entorno natural no solo terrestre sino también marítimo costero de manera directa e indirecta (Cajiao 2012). Se presentan problemas de contaminación, generación de basuras, eutroficación de las aguas y sobrecarga del sistema. En el último lustro, la incidencia de mareas rojas en este sector es particularmente fuerte, y si bien estos fenómenos de mareas

rojas son eventos naturales, el incremento en su intensidad y frecuencia sí podría estar asociada con causas antropogénicas. Aunque varios de los concesionarios hoteleros que hacen presencia en la bahía tratan de regirse por prácticas ambientalmente responsables, también se han presentado casos recientes de vertimientos ilegales de aguas servidas al mar. Otro asunto relacionado que hace falta determinar sus efectos en el ambiente, pero que indirectamente podría estar relacionado con la alta incidencia de las mareas rojas en el lugar, son los cambios en la hidrología local en algunos puntos de la bahía; específicamente aquellos terrenos destinados a campos de golf, que aparte de haber sido despojados de su vegetación original, es necesario que sean regados diariamente para su buen mantenimiento. Esto en una zona con un hábito natural de aridez como es toda esta región del ACG, genera constantes escorrentías que paulatinamente arrastran minerales y nutrimentos de origen terrígeno al mar, constituyéndose en una fuente que podría estar favoreciendo la aparición e intensidad de las mareas rojas que frecuentemente se presentan en el lugar. Otra de las amenazas a los ambientes naturales marinos de Bahía Culebra y que debe ser mitigada o eliminada es la pesca artesanal con compresor (no pesca de subsistencia sino con fines comerciales) y la pesca deportiva; ambas actividades afectan de manera muy negativa la biodiversidad de la región, diezmando poblaciones de langostas, cambutes, ostras, pulpos y especies ícticas de grandes predadores (pargos, meros, cabrillas, marlins, velas, entre otros), generando un desequilibrio ambiental que se resiente en todos los ecosistemas marino costeros relacionados.

A pesar de que las formaciones coralinas presentes en el lugar han sido fuertemente afectadas por varios factores de tensión ya indicados, se presentan claros signos de recuperación, por ejemplo de *P. clavus* en el sector de Ensenada Viradores del Norte (también conocida como Güiri-Güiri), y aunque en menor medida no menos importante, la lenta recuperación que presentan las formaciones de *Pocillopora* spp. En el sector de Playa Blanca. Las especies de *Pocillopora* propias del lugar presentan tasas de crecimiento relativamente altas y una buena capacidad de ampliar su cobertura mediante estrategias de reproducción sexual y asexual (fragmentación), si se establecen normativas de regulación ambiental, protección y mitigación de los factores de tensión, es muy probable que la recuperación de estas especies se potencialice.

Dado a que ya existe desde hace varios años para el sector un Plan Nacional de Desarrollo Turístico como lo es el Proyecto Polo Turístico Golfo Papagayo (Cajioa 2012), restringen las opciones de manejo que se le pueda asignar a esta localidad; sin embargo, se recomienda establecer el estatus de Área Marina de Uso Múltiple (AMUM), la cual permitiría regular de manera integral el desarrollo de la bahía, en beneficio de los principales usuarios y resguardando la calidad ambiental de los ecosistemas marinos.

3.5.2. Área de Conservación Tempisque (ACT)

Puntos de muestreo

La caracterización de las comunidades coralinas presentes en el ACT se basa en la información procedente del estudio de 9 localidades, incluyendo en total 72 puntos de muestreo que abarcan desde Matapalo (localidad Punta Gorda) hasta Punta Mocha (localidad Cabo Blanco) (Anexos: Fig. A3, A4 y A5, Cuadro A3-A9). Para todo este amplio sector costero se realizaron 438 transectos de cadena para determinar cuantitativamente la cobertura del sustrato en los puntos en que se observó presencia significativa de corales (Cuadro 3.2).

Como ya se señaló al inicio de este documento, una parte de los datos presentados para ACT provienen de giras realizadas específicamente para este proyecto, mientras que otra parte provienen un estudio previo, con objetivos similares, adelantado por el CIMAR en años recientes (2009-2011). Esta situación obedece a la limitación en recursos financieros para hacer más giras, y a la intención de no repetir esfuerzos.

Vale la pena resaltar que todos los sitios incluidos y evaluados y dentro del ACT fueron visitados por primera vez, información que se constituye en una contribución muy valiosa para el conocimiento de los ambiente marinos del Pacífico norte de Costa Rica. Igual que en el caso del ACG, ninguno de estos sitios se encuentra dentro de AMPs, por lo cual los datos generados a partir de este proyecto servirán de línea base para la toma de decisiones en los ámbitos de manejo y protección.

Cuadro 3.2. Arrecifes y comunidades coralinas en el ACT (ordenados de Norte a Sur de acuerdo a las áreas en las Figs. 3.1, 3.6, 3.7 y 3.8) donde se realizaron evaluaciones cuantitativas (transectos, 10 m de longitud cada uno) y observaciones generales cualitativas (--). Se indica el número de transectos y los totales por área, ámbito de profundidad y porcentajes promedio de cobertura coralina viva.

No. Área	Localidad	No. Est.	Estación	No. Transectos	Profundidad (m)	% prom. coral vivo
3	Punta Gorda	21	Matapalo	10	1.5-10.5	15,00
		22	Playa Guacamaya	---	---	
		23	Islas Brumel (a)	10	5.3-9.7	3,89
		24	Islas Brumel (b)	10	10-11.3	4,29
		25	Islas Brumel (c)	5	3.2-4.0	6,54
			Total	35		7.43

No. Área	Localidad	No. Est.	Estación	No. Transectos	Profundidad (m)	% prom. coral vivo
4	Bahía Potrero	26	Islas Catalinas N	5	10.8-12.0	2,41
		27	Islas Catalinas NO	7	9.5-17.5	4,00
		28	Islas Catalinas S-SO	1	2.8-14.5	9,40
		29	Islas Catalinas SE	11	6.0-12.5	4,19
		30	Islotes Mogotes 1	---	---	
		31	Islotes Mogotes 2	4	12.7-20.0	12,22
		32	Islotes Mogotes 3	6	11.1-14.5	13,03
		33	Islotes Mogotes 4a	5	11.0-18.0	1,35
		34	Islotes Mogotes 4b	3	8.0-12.0	0,13
		35	Islotes Mogotes 4c	3	13.5-15.0	2,01
		36	Islotes Mogotes 5	4	15.5-19.5	0,99
		37	Islotes Mogotes (Bajo ahogado)	2	14.0-15.0	0,00
			Total	51		4.52
5	Bahía Brasilito	38	Isla Plata	15	5.0-6.4	0,21
		39	Isla Loros	15	3.4-5.5	0,58
		40	Bajo afuera Conchal	15	2.0-5.4	0,05
		41	NO Playa Conchal	15	4.0-5.5	0,00
5	Bahía Brasilito	42	Punta Sabana	10	6.0-15.0	0,79
			Total	70		0.33
6	Cabo Velas	43	Playa Zapotillal	10	4.5-8.5	1,11
		44	Punta Nombre de Jesús	5	5.0-8.0	2,26
		45	Playa Real (rocas)	15	4.0-7.5	1,58
		46	Playa Real (islote)	5	4.0-6.5	0,00
		47	Punta Roble	20	2.0-8.0	1,06

No. Área	Localidad	No. Est.	Estación	No. Transectos	Profundidad (m)	% prom. coral vivo
		48	Punta Cabuya	10	2.9-5.0	1,18
		49	Punta Conejo	5	5.0-8.0	0,98
			Total	70		1.17
7	Villareal	50	Isla Capitán NE	5	2.0-3.0	0,71
		51	Isla Capitán SE-SO	10	2.2-5.0	0,49
		52	Punta Pargos	7	4.5-8.5	1,06
		53	Callejones	13	3.5-9.4	1,59
		54	Junquillal	15	4.5-8.5	1,58
			Total	50		1.09
8	Marbella	55	Surcos de Piedra	10	6.3-7.7	0,38
		56	Manzanillo	10	2.8-4.2	0,51
		57	Punta Coco N	20	2.6-4.7	2,90
		58	Punta Coco S	10	2.2-4.2	0,92
		59	Punta Cóncavas	---	---	
		60	Punta Pitahaya	15	1.8-6.2	4,24
		61	Bajo Pitahaya	10	7.2-13.0	5,19
			Total	75		2.36
9	San Juanillo	62	Punta Pleito NO 1	15	0.6-3.2	2,26
		63	Punta Pleito NO 2	10	1.8-3.0	3,03
		64	Punta Trinidad	5	4.5-7.0	2,48
		65	Punta Agujas	---	---	
		66	Playa Agujas	10	1.5-10.0	3,76
		67	Cóncavas Agujas	---	---	
		68	Punta India	---	---	
			Total	40		2.88
10	Garza	69	Punta Pelada 1	---	---	

No. Área	Localidad	No. Est.	Estación	No. Transectos	Profundidad (m)	% prom. coral vivo
		70	Punta Pelada 2	---	---	
		71	Bajo Leche	---	---	
		72	Farallón del Diablo SO	---	---	
		73	Farallón del Diablo NE	10	1.3-3.0	1,03
		74	Bajo Sur de Los Toritos	5	12.5-14.0	1,09
		75	Los Toritos NE	---	---	
		76	Playa Bote	5	6.0-6.5	0,00
		77	Las Playitas	5	3.0-4.0	0,00
		78	Garza	10	4.5-5.0	3,31
			Total	35		1.09
11	Cabo Blanco	79	Bajo 6x1	2	14.0-16.0	0,00
		80	Bajo Cadenas	---	---	
		81	Bajo El Volcán	---	---	
		82	Bajo Colindanza	---	---	
		83	Punta San Miguel	---	---	
		84	Punta Coquitos	---	---	
		85	Playa Balsitas	---	---	
		86	Cabo Blanco	---	---	
		87	Playa Colorada	---	---	
		88	Punta El Flor	---	---	
		89	Punta Mocha	---	---	
		90	Isla Cabo Blanco (Norte)	5	6.0-7.0	3,56
		91	Isla Cabo Blanco (Oeste)	5	4.0-20.0	5,93

No. Área	Localidad	No. Est.	Estación	No. Transectos	Profundidad (m)	% prom. coral vivo
		92	Isla Cabo Blanco (Este)	---	---	
			Total	12		3.16

Arrecifes y Comunidades Coralinas

En general, las formaciones coralinas presentes en el ACT, se caracterizan en su mayoría por presentar un reducido desarrollo estructural. Sin embargo, en este punto es necesario aclarar que, sin dejar de lado el evidente deterioro que se presentan (en diferentes grados según la localidad), producto de factores ambientales adversos tanto naturales como antropogénicos, es condición natural para todos las formaciones coralinas presentes en el Pacífico Tropical Oriental (PTO) esta característica de limitados desarrollos estructurales y baja diversidad de especies de coral formadoras de arrecife, cuando se le compara con extensas y altamente diversas estructuras arrecifales en presentes en otras regiones del planeta (e.g. Indo-Pacífico y Caribe). Condiciones ambientales naturales especialmente adversas para el desarrollo coralino como las bajas temperaturas durante ciertos meses del año, contrastando con altas temperaturas que los afectan durante la ocurrencia del Fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), aunado con bajas en la salinidad, y líneas de costa particularmente escarpadas debido a la subducción tectónica y que ofrecen un estrecho espacio para su desarrollo, además de la historia geológica de la región, hacen que las formaciones coralinas de este lado del Pacífico sean consideradas típicamente como la “mínima expresión de un arrecife” (Cortés 1997). Partiendo de esta idea, debe tenerse siempre en mente que la reducida extensión, relativamente baja complejidad estructural y baja diversidad en cuanto a especies de coral que presenten en general, las formaciones coralinas de la costa pacífica continental de Costa Rica, No es en sí un indicio de deterioro ni menoscaba su valor ecológico, sino que por el contrario, esta singularidad ambiental realza el valor de cada una de las formaciones coralinas que perduran en el POT.

Además de esta idea fundamental, a nivel local, las formaciones coralinas presentes en el ACT claramente presentan un menor desarrollo y extensión, en comparación con aquellas descritas para el ACG y otras regiones del Pacífico costarricense. Esta diferencia puede obedecer a varios factores, pero uno importante a considerar es que en esta Área de Conservación la línea de costa es mucho menos accidentada y más escarpada, y por lo tanto limitada en lugares

protegidos y amplios donde los corales puedan tener la potencialidad de mayores desarrollos.

Cobertura Coralina

Para todas las localidades (3 a 11) ubicadas dentro del ACT el promedio de cobertura coralina viva fue siempre menor al 10%, con máximos valores en las localidades de Punta Gorda, Bahía Potrero y Cabo Blanco ($7.43 \pm 2.59\%$, $4.52 \pm 1.44\%$ y $3.16 \pm 1.72\%$, respectivamente). Todas las demás localidades presentan promedios de cobertura de coral vivo inferiores al 3% (Fig. 3.4).

En cuanto a la cobertura coralina viva de estas localidades vale la pena destacar que el máximo valor registrado para Punta Gorda (Localidad 3) obedece al hecho de que este sector incluye la estructura arrecifal de Matapalo, conformada por una extensa formación compacta de dominada por *P. damicornis* y *P. elegans* que en algunos sectores pueden presentar amplios parches monoespecíficos (Fig. 3.5A), encontrándose también entremezcladas colonias de *Peydouxi* y en los sustratos rocosos más someros colonias dispersas de *P. gigantea* y *P. clavus*. Antes de las fuertes mareas rojas ocurridas en 2007, este arrecife se constituía como el más extenso y mejor desarrollado de todo el Pacífico norte costarricense (Jiménez y Cortés 2008, Jiménez *et al. in prep.*), alcanzando una extensión continua de casi 1 km de longitud y superando en algunos puntos los 200 m de ancho y porcentajes promedio de cobertura coralina viva cercanos al 50%. A pesar de la mortalidad masiva presentada por este fenómeno (que valga decir, a pesar del grado de afectación, Matapalo fue uno de los sitios menos afectados de por estas mareas rojas). Este arrecife aún conserva viva importantes extensiones de este bloque arrecifal, principalmente en las zonas más profundas, las cuales sufrieron un menor deterioro; la mortalidad se concentró principalmente en la franja más somera del arrecife.

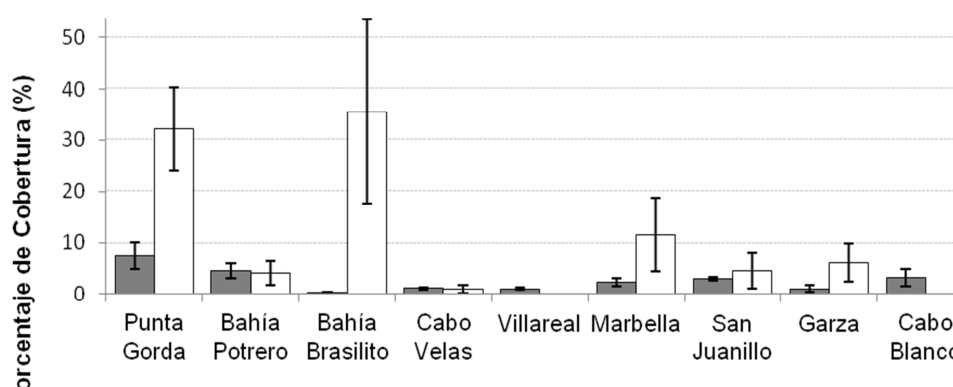


Figura 3.4. Porcentajes promedio de cobertura coralina viva (gris oscuro) y muerta (blanco) en las localidades pertenecientes al ACT (prom.±err. est.).

También en la localidad de Punta Gorda (Localidad 4) destaca la presencia de las islas Brumel con formaciones coralinas relativamente dispersas y también dominadas por especies del género *Pocillopora*. En dichas islas, el promedio de cobertura de coral recientemente muerto (es decir, cuando los esqueletos son aun identificables) incluso es algo más del doble de lo registrado en Matapalo. Las altas mortalidades registradas en las estaciones de Punta Gorda, así como las de Bahía Brasilito (en la Estación 15, Isla Plata el porcentaje promedio de cobertura de coral muerto ronda el 90%), obedecen a que Las formaciones coralinas allí presentes estuvieron conformadas por *Pocillopora* spp., que como ya se ha señalado en repetidas ocasiones, fueron el grupo de especies más fuertemente afectadas por las mareas rojas.

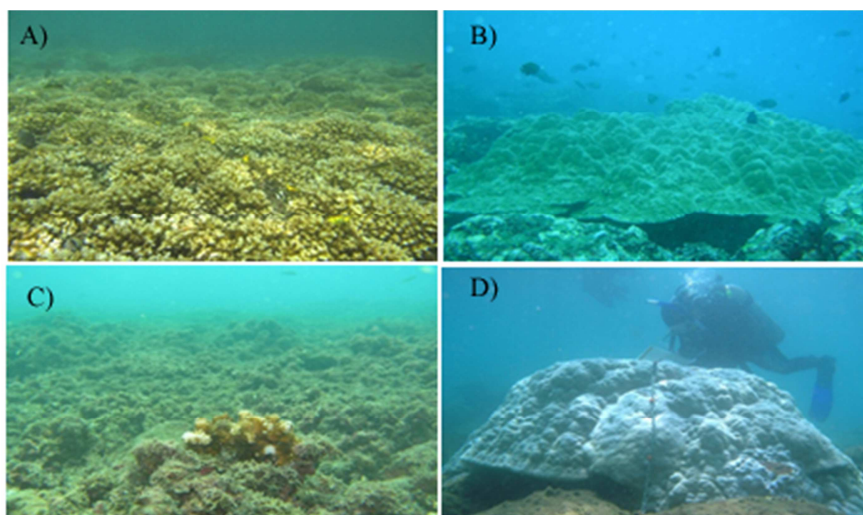


Figura 3.5. Corales y comunidades coralinas en el ACG: **A.** formación monoespecífica de *P. damicornis* en Matapalo (Punta Gorda). **B.** Colonia de *P. lobata* en islas Catalinas. **C.** Recluta (reproducción sexual) de *Pocillopora* sp. en un sector degradado de Islas Brumel. **D.** Colonia de *P. lobata* en Punta Trinidad (San Juanillo).

Otra localidad de especial interés por sus aún existentes formaciones coralinas es Bahía Potrero, que incluye los Islotes Mogotes (que en algunos casos alcanzan promedios individuales de cobertura viva entre el 12 y el 13%) y las Islas Catalinas (Fig. 3.5B y 3.5C). En ambos casos, las formaciones coralinas allí presentes consisten en pequeños y dispersos parches creciendo sobre la base del talud rocoso de las islas, generalmente de *P. elegans*, y colonias aisladas *P. eydouxi*, *P. lobata*, *P. panamensis* y *P. gigantea* y *P. clavus*. También en estas islas destaca la presencia del coral ahermatípico *Tubastrea coccinea*, el cual es bastante abundante. De las localidades consideradas para la ACT, los Islotes Mogotes e Islas

Catalinas presentan la más alta diversidad de corales pétreos y una buena representatividad de especies de octocorales.

Los bajos valores de cobertura coralina registrados para las localidades de Brasilito a Marbella, así como en la localidad de Garza, se debe a que en estos lugares es rara la presencia de bloques coralinos extensos o altas densidades de colonias de coral, sino que por el contrario, allí las colonias se presentan dispersas y aisladas. En todos estos lugares, las especies que más comúnmente son encontradas son *P. panamensis*, *P. lobata* y *P. stellata*.

Siguiendo más al sur, otro punto de interés es la localidad de San Juanillo (Localidad 9). Aunque su promedio general de cobertura coralina es bajo ($2.88 \pm 0.33\%$), principalmente debido a que se trata de formaciones coralinas dispersas de poca extensión, y a que sus coberturas de *Pocillopora* también fueron fuertemente afectadas por mortalidades masivas recientes, se destaca por la presencia de comunidades coralinas conformadas principalmente por colonias de dispersas de *P. lobata* en un estado de conservación relativamente bueno (Fig. 3.5D) y en menor cuantía *P. stellata* y *P. panamensis*. Lo que hace especial a este punto es que *P. lobata* es una especie de escasa distribución en los arrecifes y comunidades coralinas del Pacífico norte, a pesar de ser una de las especies dominantes en los ambientes coralinos del Pacífico Central (P.N. Marino Ballena, Manuel Antonio) y Pacífico sur (Golfo Dulce) (Cortés y Jiménez 2003). El sector de San Juanillo representaría una especie de puente de conectividad biológica entre los ecosistemas marinos del Pacífico norte y el central de Costa Rica (Jiménez *et al.* 2011).

Finalmente, en el extremo sur del ACT se encuentra la localidad de Cabo Blanco (Localidad 11). En el sector de Cabo Blanco la ocurrencia de corales se registra principalmente en la Isla que lleva el mismo nombre. En los bajos explorados entre Malpaís y la Ensenada de San Miguel se observan algunas colonias aisladas de *P. panamensis*, *P. gigantea* y *P. clavus*, pero en estas estaciones el predominio es de octocorales (principalmente Estaciones 79 y 82), destacándose la presencia de *L. alba*, *Pacifigorgia rubicunda*, *P. irene*, *Leptogorgia pumila*, *Carijoa riisei* y *Heterogorgia verrucosa*.

Si bien la Isla Cabo Blanco se encuentra ya protegida ya dentro de la Reserva Absoluta de Cabo Blanco, se presenta aquí brevemente la información obtenida, debido a su valor documental, ya que se trata de los primeros datos cuantitativos de coberturas para el este lugar. El costado oeste de la Isla Cabo Blanco consiste en un paredón rocoso de fuerte inclinación, que desciende hasta 20-25 m, finalizando en un plano arenoso. Se registra la presencia de colonias pequeñas costrosas de *P. panamensis*, que aumentan en tamaño a medida que aumenta la profundidad del talud. En las zonas más profundas también se registra la presencia de colonias aisladas de talla media de *P. gigantea* y *P. stellata*. Este costado de la isla presenta un porcentaje promedio de cobertura coralina viva de

5.93±1.56%. Sin embargo, lo más destacable de este punto es la abundante presencia y diversidad de octocorales. Son abundantes colonias de tallas medias a grandes de *L. alba* y *P. rubicunda*. Otras especies encontradas, aunque en menor cantidad, fueron *P. Irene*, formando grandes abanicos, y *P. firma*, *L. rigida*, *L. cofrini*, *L. pumila*, *C. riisei*, *M. fruticosa* y *H. verrucosa*. Esta cara de la isla presenta una gran belleza paisajística.

Los costados este y norte de la isla se caracterizan por presentar un lecho rocoso de mucha menor pendiente y cuya base termina en un plano arenoso relativamente somero. En la base de la estructura rocosa, se encuentra una banda de colonias dispersas de *P. panamensis*, *P. lobata*, *P. clavus* y *P. stellata*. Son también abundantes en estos costados *L. alba* y *L. rigida* creciendo sobre el sustrato rocoso. También se registra la presencia de *L. cofrini*, *P. firma* y *C. riisei*.

Abundancia relativa de organismos

Complementando las determinaciones cuantitativas de porcentajes de cobertura del sustrato, se determinaron las abundancias relativas de organismos bentónicos conspicuos en todas las estaciones de muestreo incluidas de las 9 localidades contempladas para la ACT. Esta información ofrece una visión general más completa de la composición de la comunidad arrecifal asociada a las formaciones coralinas en cada uno de los lugares visitados.

Cabe destacar la relativamente alta abundancia y diversidad de octocorales que se presentan para los Islotes Mogotes, Islas Catalinas, Isla Cabo Blanco y los bajos sumergidos al sur de Malpaís. Las Islas Catalinas presentaron además una condición especialmente favorable, y es la baja o nula presencia del alga invasora *C. sertularioides*, que como ya se señaló anteriormente, limita de manera importante el potencial regenerativo de los lugares donde ésta se presenta en altas densidades. *C. sertularioides* registra una alta incidencia en el sector de Bahía Brasilito, pero más al sur de esta localidad su frecuencia de aparición disminuye drásticamente.

En contraposición, *D. mexicanum* presenta muy bajas densidades en las estaciones de Bahía Brasilito, pero es relativamente común para todas las demás localidades del ACT, aunque puede variar de ser común a muy abundante.

Sugerencias para la Ampliación o Creación de Nuevas Áreas Marinas Protegidas (AMP) para el Área de Conservación Tempisque

El ACT es una de las zonas más complejas y conflictivas del país en términos de conservación. La principal razón de esta problemática radica en que existen muchos intereses de establecer construcciones costeras en varios puntos del litoral, encaminados a la actividad turística. Si bien esto por sí solo no debería

representar una situación negativa, los problemas se presentan cuando estas actividades y desarrollos se llevan a cabo de manera desordenada, y muchas veces sin atender a las condiciones naturales propias de cada sitio en particular y de sus comunidades locales.

Para la región de la ACT se sugiere la creación de dos Áreas Marinas Protegidas. La primera de ellas debería extenderse rodeando Punta Gorda, partiendo desde Playa Blanca (Punta Gorda) hasta Isla Plata. Esta AMP cubriría el sector de Matapalo, una localidad de especial importancia debido a su extensión y a que aún alberga poblaciones importantes de *Pocillopora* spp. (Jiménez 2007), especies que fueron las principales afectadas por las mortalidades masivas del 2007 debido a las mareas rojas, y a que en el resto del litoral del Pacífico norte (a excepción del sector de la Bahía de Santa Elena y adyacentes) se encuentran seriamente diezmadas. Aunque Matapalo también sufrió mortalidades masivas de este género, aún conserva importantes extensiones arrecifales que es preciso conservar y monitorear su recuperación, máxime cuando además de los factores de tensión ya señalados, recientemente fue inaugurado un complejo hotelero precisamente en Playa Matapalo.

Esta AMP rodeando Punta Gorda también abarcaría los grupos de isla e islotes que se encuentran alrededor, que incluyen las Islas Brumel, reconocidas por su buen desarrollo coralino en un pasado muy reciente (Jiménez 2008, Jiménez y Cortés 2008) y que actualmente se encuentran en estado de recuperación. Es necesario establecer un estatus claro de manejo en este sector para que esta recuperación continúe exitosamente. Las Islas Catalinas, reconocidas por su alta diversidad de corales y octocorales, así como de otras especies de invertebrados asociadas a los ambientes arrecifales, y una importante fauna íctica asociada que incluye grandes predadores (Jiménez y Cortés 2008), motivo por el cual son uno de los lugares de visitación más frecuente por parte de tour-operadores, buzos recreativos y comerciales, y aficionados de la pesca deportiva. Esta AMP también abarcaría los Islotes Mogotes, donde también aún se conservan importantes comunidades coralinas en algunos sectores de éstos.

Para esta AMP propuesta se sugiere la categoría de manejo de Reserva Marina, así como el desarrollo de un plan de manejo del recurso marino que permita la regulación de las actividades que se vienen desarrollando en estas islas, lo cual redundaría en el beneficio a mediano y largo plazo de los usuarios y visitantes de estas islas. Se hace necesario también establecer una zonificación del uso de éstas áreas, restringiendo el acceso a aquellas zonas consideradas de alto potencial para la regeneración y la recuperación coralina, así como establecer una exclusividad del uso solamente para buceo recreativo en áreas claramente establecidas, excluyendo actividades de pesca comercial y deportiva. De todas maneras, dado el alto grado de visitación a estas islas, es recomendable que las medidas de conservación que se implementen sean consensuadas con los usuarios

habituales de estos lugares, estableciendo por ejemplo alianzas estratégicas con los centros de buceo que visitan regularmente las islas para sumarlos al esfuerzo de la conservación y lograr su participación activa en el cuidado, seguimiento de la recuperación ambiental y lograr que se conviertan en vigilantes activos del recurso natural que mantienen sus propias actividades comerciales.

La otra AMP sugerida para el ACT es el sector de San Juanillo, abarcando desde Playa Lagarto hasta Punta India. Se trata de un área pequeña, que a pesar de no presentar densas formaciones coralinas, alberga áreas de reviste gran importancia por el buen estado de salud arrecifal de varias de sus formaciones coralinas, principalmente pequeñas poblaciones de *P. lobata* que se encuentran alrededor de Punta Trinidad. A parte de ésta, también se encuentran abundantes parches de coral vivo en áreas aledañas a este sector. La categoría de manejo recomendada para este caso sería la de Área Marina de Manejo. Uno de los principales valores de San Juanillo es que por el tipo de especies coralinas que allí dominan, esta zona contribuiría a la conectividad de los ecosistemas marinos, entre el Pacífico Norte y Pacífico Central.

3.6. Conclusiones

Los arrecifes y comunidades coralinas del Pacífico Norte de Costa Rica, son ecosistemas únicos a nivel mundial y de especial valor, que a pesar de las condiciones restrictivas de su ambiente natural, han perdurado Hasta nuestros días. Una comunidad coralina saludable, no solo tiene valor en sí misma por la alta biodiversidad de organismos que la conforman o que encuentran alimentación y refugio en ella, y por su inigualable belleza paisajística, sino además brinda toda una gama de bienes y servicios para las comunidades aledañas a los lugares donde este ecosistema se desarrolla, que van desde un aprovechamiento pesquero responsable, protección de la línea de costa de la erosión marina, hasta oportunidades de empleo en actividades no extractivas, que si se llevan a cabo de manera racional y regulada, pueden estar en armonía con el ambiente, como son la práctica del buceo recreativo, “snorkeling” y “tours” de avistamiento de mamíferos marinos.

A partir de las condiciones particulares encontradas en cada una de las localidades visitadas, el estado de salud e importancia ecológica de las formaciones coralinas actualmente presentes, así como de las especies que las integran, y su potencial de regeneración, Aconsejamos la ampliación o creación de nuevas AMPs en el Pacífico norte del país:

Bahía de Santa Elena —Extensión de la zona marítima del Parque Nacional Santa Rosa, bordeando hacia la costa nororiental de la Península de Santa Elena, abarcando los sectores de Isla Los Negritos, y desde Punta Blanca, hasta Punta Descartes, y abarcando hasta una distancia de al menos 3 km de

la costa para incluir las islas, islotes y bajos sumergidos que allí se encuentran.

Bahía Culebra —Incluir los sectores de Esmeralda, Playa Blanca (Bahía Impace) la parte externa de la Península de Nacascolo y las islas Pelonas y Palmitas en un Área Marina de Uso Múltiple (AMUM), la cual permitiría regular de manera integral el desarrollo de la bahía, en beneficio de sus principales usuarios y resguardando la calidad ambiental de los ecosistemas marinos.

Punta Gorda —Se sugiere la creación de una de Reserva Marina, en este sector, que rodee Punta Gorda, partiendo desde Playa Blanca (Punta Gorda) hasta Isla Plata, cubriendo el sector de Matapalo, y el conjunto de islas e islotes que se encuentran frente a dicha punta y la bahía Potrero (Islas Brumel, Catalinas e Islotes Mogotes), Esta reserva Marina permitiría la regulación de las actividades que se vienen desarrollando en estas islas, lo cual redundaría en el beneficio a mediano y largo plazo de los usuarios y visitantes de estas islas.

San Juanillo — Creación de un Área Marina de Manejo que abarque desde Playa Lagarto hasta Punta India. Aunque se trata de un área pequeña, reviste gran importancia por el buen estado de salud arrecifal de varias de sus formaciones coralinas, y que por su especial composición de especies dominantes, esta zona se perfila como un puente de conectividad biológica entre los ecosistemas marinos, del Pacífico Norte y Pacífico Central.

3.7. Biodiversidad de las Comunidades Octocoralinas del Pacífico Norte de Costa Rica

Introducción

Los octocorales son celenterados coloniales que se caracterizan por poseer pólipos con ocho tentáculos pinados. Los pólipos emergen de un tejido basal común llamado cenénquime. Embebidas en el cenénquime se encuentran estructuras microscópicas llamadas escleritas, que son elementos esqueléticos calcáreos que se encargan de la dureza y soporte de la colonia y de algunas partes del cuerpo del pólipo (Grasshoff 2001).

La taxonomía de los octocorales se basa en la morfología de la colonia, estructura y presencia de ejes, escleritas, y el color de la colonia y de las escleritas. La forma en que se combinan estas características es la que define las especies morfológicas. En la subclase Octocorallia se distinguen básicamente tres órdenes: Helioporacea (coral azul), Pennatulacea (plumas de mar) y Alcyonacea (corales suaves y gorgonias).

Las gorgonias, de las familias Gorgoniidae y Plexauridae representan la fauna más abundante en las aguas someras del Pacífico de Costa Rica. Las gorgonias presentan muchas formas de crecimiento, desde colonias incrustantes hasta formas erectas arborescentes y enormes abanicos. Estas colonias se caracterizan por la presencia de un eje central escleroprotéico constituido por gorgonina y con diversos grados de mineralización interna (Bayer y Macintyre 2001). El eje está rodeado por una capa de cenénquime donde se encuentran las escleritas y los pólipos (Bayer 1961).

Los octocorales son componentes abundantes y característicos de las aguas someras alrededor de promontorios rocosos y arrecifes de coral. En algunas partes contribuyen substancialmente con la formación de la estructura arrecifal (Kocurko 1987). Estos organismos albergan una fauna muy particular, e.g. esponjas (Zea, 1993), moluscos (Gerhardt 1990), poliquetos (Vreeland y Lasker 1989) y peces (Lasker 1985), entre otros. Además, los octocorales son notables por la abundancia en productos naturales con una importancia real o potencial en la investigación biomédica, farmacológica y terapéutica de muchas enfermedades (Kinzie 1974, Bandurraga *et al.* 1982, Wright *et al.* 1989, Baker y Scheuer 1994, Rodríguez y Ramírez 1994, Rodríguez *et al.* 1995).

En general los octocorales son especies longevas, en estudios recientes en la Gran Barrera de Australia se ha encontrado que tienen niveles bajos de depredación y no muestran estacionalidad, por lo que han demostrado ser indicadores apropiados de la degradación ambiental ya que la abundancia de especies está determinada por el ambiente físico y la calidad de agua (Fabricius y Alderslade 2001). También han sido usados como bio-indicadores de estrés ambiental en arrecifes del Caribe (García-Parrado y Alcolado 1996). Además de su importancia ecológica, los octocorales están entre los organismos más espectaculares del mar por lo que son de interés económico como atracciones turísticas.

La fauna de Octocorallia en el Pacífico Oriental ha sido motivo de intensos estudios taxonómicos en la última década, se han revisado y verificado tres géneros de Gorgoniidae (Breedy y Guzman 2002, 2003a,b, 2007; Breedy *et al.* 2009), un género de Plexauridae (Breedy y Guzmán 2011) y se está trabajando en dos más. Se han descrito 23 especies nuevas (Breedy 2001, Breedy y Guzman 2004, 2005a, b, 2008, 2012, Williams y Breedy 2004, Guzman y Breedy 2008, 2011, Breedy y Cortés 2011) provenientes de Costa Rica, Panamá y Ecuador.

El mayor esfuerzo de muestreo se ha concentrado en Panamá y en menor medida en algunas áreas de Costa Rica (tales como Parque Nacional Isla del Coco, Reserva Biológica Isla del Caño, Golfo Dulce, Puerto Jiménez, Islas Murciélagos, Bahía Culebra y Bahía Salinas) sin embargo, queda mucho por explorar.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la riqueza de especies de Octocorallia que existen en los islotes, puntas rocosas y bajos rocosos en el área costera del Pacífico Norte de Costa Rica.

Objetivos Específicos

- Revisar la información publicada sobre diversidad de octocorales en área costera del Pacífico Norte.
- Identificar las especies de octocorales que se encuentran depositadas en el Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica (UCR) provenientes del área costera del Pacífico Norte que no estén identificadas.
- Explorar las cuatro localidades del área costera del Pacífico Norte que se han escogido como zonas de muestreo para identificar las especies de octocorales que se encuentren.
- Descubrir especies nuevas, y si se dan hacer su descripción taxonómica.
- Determinar la distribución geográfica de las especies y estimar abundancia relativa y sitios de mayor riqueza.

Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica para conocer el estado del conocimiento (Cuadro 3.3). Adicionalmente, se conectaron organismos en diferentes localidades en cuatro giras de campo (cuadro 3.4). Las poblaciones de octocorales fueron estudiadas por medio de buceo SCUBA, las especies se identificaron *in situ* y en caso de dudas se recolectaron y se identificaron posteriormente en el laboratorio del Museo de Zoología, UCR, mediante análisis de estructuras microscópicas. La abundancia fue estimada en cuatro categorías:

A = abundante
M = medio
P = pocos, dispersos
R = raros, poco observados

Los resultados se presentan en el Anexo: Cuadros A1-A9, por sitio de muestreo, en la columna Número de individuos. Se realizaron todos los objetivos propuestos.

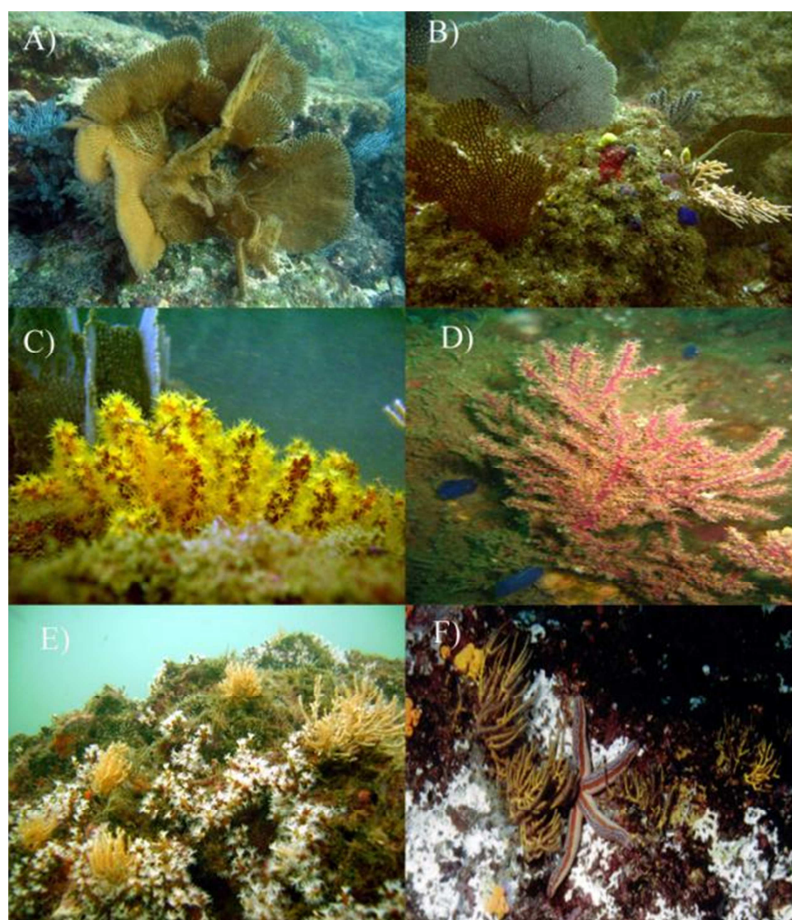


Figura 3.6. A) *Pacifigorgia firma*, Reserva Absoluta Cabo Blanco (Foto: Jaime Nivia); B) Agregación de octocorales, *Pacifigorgia cairnsi*, *Pacifigorgia irene* (derecha), *Leptogorgia alba* y *Muricea purpurea* (izquierda) (Foto: O. Breedy); C) *Heterogorgia verrucosa*, Bahía Salinas (Foto: O. Breedy; D) *Leptogorgia pumila*, San Juanillo (Foto: Jorge Cortés); E) Agrupación de *Leptogorgia cofrini* y *Carijoa riisei* (Foto: O. Breedy); Agrupación de *Leptogorgia cuspidata*, Islas Murciélagos (Foto J. Cortés).

3.1.1. Resultados

Se identificaron las especies de octocorales que se encuentran depositadas en el Museo de Zoología, UCR provenientes del área costera del Pacífico Norte. Las especies se incluyen en el Cuadro 3.3 y se anota ** cuando no fueron observadas en las campo durante el periodo de estudio. No se encontró especies nuevas de octocorales en los sitios estudiados. El octocoral *Leptogorgia alba* fue la especie más común y con mayor distribución batimétrica. Las agrupaciones más densas fueron elaboradas por las especies *Leptogorgia cuspidata* y *Leptogorgia cofrini*. San Juanico fue el lugar no protegido con la mayor riqueza de especies (10 especies),

mientras que la Reserva de Cabo blanco fue la zona protegida con mayor riqueza (12 especies) (Fig. 3.6). El sitio protegido menos rico fue Islas Murciélagos con cinco especies, mientras que el menos rico no protegido fue el Golfo de Santa Elena con siete especies.

Cuadro 3.3. Lista de especies de octocorales que se han informado para el Pacífico norte de Costa Rica. 1. Breedy et al. 2003; 2. Breedy y Guzman 2005b; 3. Breedy y Guzman 2007; 4. Breedy y Guzman 2008; 5. Breedy et al. 2009; 6. Breedy y Guzman 2011; 7.

Género	Especie	Familia	Referencia
**Eugorgia	<i>bradleyi</i>	Gorgoniidae	5
<i>Eugorgia</i>	<i>daniana</i>	Gorgoniidae	5
**Eugorgia	<i>nobilis</i>	Gorgoniidae	5
**Eugorgia	<i>rubens</i>	Gorgoniidae	5
**Heterogorgia	<i>tortuosa</i>	Plexauridae	6
<i>Heterogorgia</i>	<i>verrucosa</i>	Plexauridae	6
<i>Leptogorgia</i>	<i>alba</i>	Gorgoniidae	7
<i>Leptogorgia</i>	<i>cofrini</i>	Gorgoniidae	2, 7
<i>Leptogorgia</i>	<i>cuspidata</i>	Gorgoniidae	7
<i>Leptogorgia</i>	<i>diffusa</i>	Gorgoniidae	7
**Leptogorgia	<i>ignita</i>	Gorgoniidae	4
<i>Leptogorgia</i>	<i>rigida</i>	Gorgoniidae	7
<i>Pacifigorgia</i>	<i>adamsii</i>	Gorgoniidae	1
<i>Pacifigorgia</i>	<i>cairnsi</i>	Gorgoniidae	1
<i>Pacifigorgia</i>	<i>firma</i>	Gorgoniidae	1
<i>Pacifigorgia</i>	<i>irene</i>	Gorgoniidae	1
<i>Pacifigorgia</i>	<i>rubicunda</i>	Gorgoniidae	1
**Pacifigorgia	<i>samarensis</i>	Gorgoniidae	1
**Pacifigorgia	<i>senta</i>	Gorgoniidae	1
**Pacifigorgia	<i>stenobrochis</i>	Gorgoniidae	1
**Pacifigorgia	<i>tupperi</i>	Gorgoniidae	1

(**) Especies que no fueron observadas en el presente estudio pero que han sido observadas en la región.

Cuadro 3.4. Lista de especies de octocorales encontrados en los arrecifes rocosos del Pacífico Norte. RCB: **Reserva Cabo Blanco/Cabuya; BSE: **Bahía Santa Elena; GSE: **Golfo de Santa Elena; MP: **Mal País; SJ: San Juanillo; IM: Islas Murciélago; BS: Bahía Salinas; BC: Bahía Culebra. **Sitios explorados dentro de este proyecto.

Género	Especie	Familia	Sitios	Prof. (m)
<i>*Carijoa</i>	<i>riisei</i>	Clavulariidae	RCB, BSE, GSE, MP, BS, BC	8-12
<i>Eugorgia</i>	<i>daniana</i> var.	Gorgoniidae	BSE	15
<i>Heterogorgia</i>	<i>verrucosa</i>	Plexauridae	RCB, MP, SJ, BS	10-20
<i>*Leptogorgia</i>	<i>alba</i>	Gorgoniidae	RCB, BSE, GSE, MP, SJ, BS, BC	5-25
<i>*Leptogorgia</i>	<i>cofrini</i>	Gorgoniidae	RCB, GSE	10-12
<i>*Leptogorgia</i>	<i>cuspidata</i>	Gorgoniidae	BSE, BS, IM	8-12
<i>Leptogorgia</i>	<i>diffusa</i>	Gorgoniidae	SJ	20
<i>Leptogorgia</i>	<i>pumila</i>	Gorgoniidae	RCB, MP, SJ	15
<i>Leptogorgia</i>	<i>rigida</i>	Gorgoniidae	RCB, SJ	5-12
<i>Leptogorgia</i>	<i>regis</i>	Gorgoniidae	BSE	40-50
<i>Muricea</i>	<i>aspera</i>	Plexauridae	MP	15
<i>Muricea</i>	<i>austera</i>	Plexauridae	BS, BC	10-15
<i>Muricea</i>	<i>fruticosa</i> var. <i>miser</i>	Plexauridae	RCB, MP, BSE	15-20
<i>Muricea</i>	<i>purpurea</i>	Plexauridae	BSE, SJ, BS, BC	10-15
<i>Muricea</i>	<i>squarrosa</i>	Plexauridae	SJ, BS	10-20
<i>Pacifigorgia</i>	<i>adamsii</i>	Gorgoniidae	RCB	14
<i>Pacifigorgia</i>	<i>cairnsi</i>	Gorgoniidae	MP, BS	12
<i>Pacifigorgia</i>	<i>eximia</i>	Gorgoniidae	RCB	20
<i>Pacifigorgia</i>	<i>firma</i>	Gorgoniidae	BSE, RCB, SJ, BC	5-10
<i>*Pacifigorgia</i>	<i>irene</i>	Gorgoniidae	RCB, MP, SJ, IM, BC	10-12
<i>Pacifigorgia</i>	<i>rubicunda</i>	Gorgoniidae	SJ, RCB, IM	10-25
<i>Pacifigorgia</i>	<i>samarensis</i>	Gorgoniidae	RCB, MP	10-12
<i>Pacifigorgia</i>	<i>senta</i>	Gorgoniidae	BSE	45-50
<i>Pacifigorgia</i>	<i>stenobrochis</i>	Gorgoniidae	SJ, IM	15-25
<i>Pacifigorgia</i>	<i>tupperi</i>	Gorgoniidae	IM	25-28

(*) Especies que forman agregaciones más abundantes en los sitios estudiados

Conclusiones

Los octocorales son organismos longevos y resistentes, por lo que se han usado en algunos lugares como indicadores de condiciones ambientales especiales. Sus poblaciones están determinadas por factores locales como son las corriente, el oleaje, conectividad entre sitios, y especialmente la disponibilidad de sustrato (cubrimiento por algas, esponjas o corales, sedimentos) (Jordán 2002). Los daños de tipo mecánico como abrasión natural con sustrato u otros organismos, así como no naturales como artes de pesca, son las principales causas de mortalidad por desprendimiento o por debilitamiento de colonias que al estar dañadas son colonizadas por otros organismos que terminan quebrándolas. Se conoce muy poco sobre la ecología de los octocorales del Pacífico Oriental en general como para poder determinar que organismos son más resistentes o los que van a generar información para tomar decisiones de manejo. Sin embargo, de lo obtenido en este trabajo se puede saber que al menos dos especies *L. alba* y *P. irene* podrían ser utilizadas como indicadores ya que están en casi todos los sitios, tienen un ámbito amplio de distribución batimétrica y llegan a tener tallas muy grandes, lo que permite monitorear cambios a través del tiempo.

Las poblaciones de octocorales estudiadas presentan un bajo grado de daño o posible enfermedad, a pesar de estar en áreas impactadas por la pesca, sin embargo, las poblaciones están compuestas de muy pocos organismos y en muchos casos aparece solamente uno de cada especie y las tallas de los organismos, aparte de *L. alba* y *P. irene* son muy pequeñas. Esto puede sugerir una inestabilidad en el ambiente, ya sea que las colonias están siendo removidas mecánicamente o que factores de sedimentación y contaminación química están incidiendo.

Es interesante notar que las especies profundas, más de 40 m, como son *L. regis* y *P. senta*, han sido recolectadas únicamente de redes o líneas de pesca en Bahía de Santa Elena, en las que vienen enredadas, estas colonias son arrancadas enteras por estos instrumentos. Esto indica que se está infringiendo un daño constante a estas poblaciones en los bajos de pesca. No parece ser el caso en las áreas someras.

Este estudio de biodiversidad de octocorales no se muestra ninguna tendencia a un aumento en la riqueza de especies en las áreas protegidas contra las que no lo están. Lo que podemos establecer es que los cambios en la estructura de las poblaciones podrían indicar a largo plazo cambios ambientales naturales e impactos antropogénicos.

Recomendaciones

- 1) Monitoreo en las áreas de mayor riqueza de especies en áreas protegidas y no protegidas para determinar cambios a través del tiempo.
- 2) Determinar las especies de octocorales que puedan servir como indicadores ambientales a largo plazo.
- 3) Promover estudios en estructura poblacional de octocorales.
- 4) Regular la pesca con redes en los bajos de la Bahía de Santa Elena.

4. PLAYAS ROCOSAS Y ARENOSAS

4.1. Introducción

En general, para el Pacífico Norte de Costa Rica se cuenta con pocos trabajos publicados sobre la biota de las zonas entre mareas. Listados de especies en trabajos ecológicos, se pueden encontrar para las zonas rocosas de Playas del Coco (Spight 1978), Bahía Ballena y Montezuma (Villalobos 1980a, b, Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora 2006), Bahía Culebra (Madrigal-Castro *et al.* 1984) y Bahía Salinas (Sibaja-Cordero y Cortés 2008). Pero solamente hay una investigación sobre las comunidades biológicas presentes en las playas arenosas; trabajo realizado por Dexter (1974) en Playas del Coco, Tamarindo y Sámara.

En cuanto a listados y estudios taxonómicos hay varios reportes para esta amplia zona; como es el caso de los poliquetos (Dean, 2004; 2009) y los sipuncúlidos (Vargas y Dean 2009), donde se especifica los sitios de recolecta y si la especie ha sido o no encontrada en el intermareal de Costa Rica.

4.2. Objetivos

Objetivo general

Hacer una evaluación en la región del Pacífico Norte, para llenar los vacíos de conservación mediante un sondeo de la diversidad biológica de invertebrados de las playas arenosas y rocosas.

Objetivo específico

- Recopilar la mayor cantidad de información sobre la composición del ecosistema: riqueza de especies, abundancia relativa y distribución, a partir de datos publicados mediante giras de evaluación y recolección de especímenes.

4.3. Metodología

Trabajo de campo

La diversidad de especies, distribución y abundancia relativa en las comunidades intermareales (playas rocosas y arenosas) se muestrearon durante marea baja (Fig. 4.1). Se anotaron las especies y se estimó su abundancia o cobertura relativa en cada estrato de los transectos para las playas que se visitaron. Todos los organismos recolectados se identificaron hasta el nivel taxonómico más específico posible utilizando guías especializadas. Los moluscos se identificarán con Keen (1971), Fischer *et al.* (1995) y Camacho-García *et al.*,

(2005), los cirripedios con Laguna (1985), los poliquetos con León *et al.* (2009) y para los crustáceos se usaron: Fischer *et al.* (1995), Haig (1960), Garth (1958), Hendrickx (1999), Kim y Abele (1988), Rathbun (1930), Salgado-Barragan y Hendrickx (2010) entre otras guías. Además, para ambos ambientes, se ha buscado la información publicada en revistas científicas y se actualizarán las listas de especies por lugar.

Playas rocosas

Se evaluó la riqueza y abundancia de los grupos presentes de invertebrados marinos durante la marea baja sobre la roca expuesta. Se ubicaron 5 cuadrículas de 25 por 25 cm, en cada uno de los 5 estratos de la zona intermareal (Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora 2006), para un total de 25 cuadrículas por cada playa estudiada. En cada cuadrícula se tomó una fotografía digital de la playa, y se registraron las coordenadas geográficas. Los grupos móviles y sésiles fueron identificados y se contabilizará su abundancia.



Figura 4.1. Actividades realizadas durante las giras. A) Muestreo de búsqueda de crustáceos y otra fauna en algas y grietas de las rocas en Playa Hermosa, B) Búsqueda de moluscos en algas de las pozas intermareales en Playa Matapalo, C) Uso de la cuadrícula de 25 por 25 cm en la zona rocosa de Bahía Ballena y D) Laboratorio instalado en el campo para el estudio de los especímenes vivos

recolectados unas horas antes durante la marea baja, en la Estación San Miguel, Reserva Absoluta de Cabo Blanco

Los invertebrados son un grupo bastante diverso en las zonas rocosas de entremareas. Son difíciles de observar porque la mayor parte del tiempo se encuentran dentro de rocas, algas y en la arena. El trabajo para su recolecta resulta difícil y para los grupos móviles debe hacerse dirigido y no al azar. Por esta razón se realizó un recorrido por las zonas rocosas buscando debajo de las rocas, en grietas y pozas intermareales para registrar la fauna marina presente. Se recolectaron algas mediante recolecta manual y por raspado de la roca para la colecta de la fauna encontrada o remonte de estos animales y así determinar la presencia de los taxones que ahí habitan.

Inmediatamente después del muestreo, los organismos fueron separados del sustrato utilizando estereoscopios. En algunos casos fue necesario, relajar a los individuos utilizando cloruro de magnesio disuelto en agua de mar. Adicionalmente, se documentó la coloración de algunos especímenes por medio de la toma de fotografías mientras estaban aún vivos. Finalmente, el material fue clasificado al mejor nivel taxonómico posible en ese momento durante la gira, mientras que aquellos organismos que requerían de un estudio más detallado de sus características anatómicas fueron trasladados al laboratorio del CIMAR o del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica.

Playas arenosas

Para este hábitat, se utilizó el muestreo por medio de barrenos cilíndricos, con un volumen aproximado de 270 cm³ (Vargas 1987). Los barrenos se utilizaron para tomar muestras de forma sistemática en cada estrato del intermareal, con tres a cinco barrenos cada uno (Dexter 1974). Las estaciones de muestreo se ubicaron con ayuda de un GPS y cada muestra fue tamizada para retener los organismos superiores a 500 micras (Dexter 1974, Vargas 1987). Las muestras se analizaron y contabilizaron durante la gira o en el laboratorio del CIMAR utilizando estereoscopios, y así determinar la diversidad, abundancia y densidad de los organismos que ahí habitan. Se realizó un recorrido explorando una cuadrícula circular de 56.5 cm de radio a 10 cm de profundidad en el sedimento en cada uno de los cinco estratos para determinar la presencia de otros grupos de macrofauna.

Sitios estudiados

Se visitaron varias playas para la toma de muestras y datos de presencia y distribución de los invertebrados. Estos puntos fueron:

Golfo de Papagayo:

1. Playa Hermosa, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 10. 57045°N - 085.68472°W. Fecha. 07/02/2012. Zona intermareal rocosa: Plataforma de basaltos con sectores de cantos rodados.
2. Playa Hermosa, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 10.57045°N/-85.68472°W. Fecha. 07/02/2012. Zona intermareal sedimentaria: Playa disipativa de arena gris y fina.
3. Playa Matapalo, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 10. 53380°N/-85.74605°W. Fecha. 08/02/2012. Zona intermareal rocosa, acantilado de basalto con puntas y pozas, una pequeña zona de cantos rodados.
4. Playa Matapalo, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 10. 53380°N/-85.74605°W. Fecha. 08/02/2012. Zona intermareal sedimentaria: Playa reflectiva, de arena clara, de grano fino a grueso.

Punta Gorda-Punta Pargos:

5. Playa Grande, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 10.34523°N/-85.86020°W. Fecha. 09/02/2012. Zona intermareal rocosa, plataforma rocosa de basaltos de poca pendiente, con muchos cantos rodados.
6. Playa Grande, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 10.34523°N/-85.86020°W. Fecha. 09/02/2012. Zona intermareal sedimentaria: Playa disipativa de arena blanca y fina.
7. Playa Carbón, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 10.20477°N - 085.51405°W. Fecha. 10/02/2012. Zona intermareal rocosa, plataforma rocosa y acantilado de basaltos, en la parte superior un supralitoral de arena negra y roca del tipo toba volcánica.

Cabo Blanco:

8. Sector San Miguel, Cabo Blanco, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 9.57997°N/-85.13737°W. Fecha. 21 y 22/02/2012. Zona intermareal rocosa, plataforma rocosa de arenisca cementada, de poca pendiente con una laguna o poza intermareal con varios cantos rodados y zonas de arena submareales.
9. Cabuya, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 9.58828°N/-85.08818°W Fecha. 23/02/2012. Zona intermareal rocosa, de areniscas, con muchos bloques y cantos rodados. Algunos basaltos en la parte supralitoral.
10. Tambor, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 9.44847°N/ -85. 00429°W Fecha. 24/02/2012. Zona intermareal rocosa, de bloques y cantos rodados de basalto. Zona protegida en el interior occidental de la Bahía.
11. Tambor, Guanacaste, Costa Rica. coord.: 9.44847°N/-85. 00429°W. Fecha. 24/02/2012. Zona intermareal sedimentaria: Playa de arena disipativa de arena gris de grano fino.

Santa Elena:

12. Punta Pulpos, Bahía Santa Elena, Guanacaste, coord.: 10.909975°N/-85.792935°W. Fecha. 29/06/2012. Zona intermareal rocosa, de bloques al fondo de la bahía, colindando con playa fangosa.
13. Playa El Hachal, Golfo de Santa Elena, Guanacaste. coord. 10.561824°N/-85.43448°W. Fecha: 31/05/2012. Playa de cantos rodados, zona intermareal rocosa de cantos rodados de mayor tamaño.
14. Playa Junquillal, Bahía Junquillal, Guanacaste. coord. 10.96411°N/-85.69363°W. Fecha. 31/06/2012. Zona intermareal rocosa, consiste en una plataforma con cantos rodados y playa de arena de pendiente media.

Sitios con datos previamente publicados

Se contó además con datos previamente publicados o recolectados en años anteriores de los siguientes puntos:

Golfo de Santa Elena:

1. Playa La Coyotera, Bahía Salinas, Guanacaste. Zona rocosa intermareal. Fecha. Abril y Octubre de 2005. (Sibaja-Cordero y Cortés 2008). Grupo estudiado: epifauna bentónica.
2. Playa Jobo, Bahía Salinas, Guanacaste. Zona rocosa intermareal. Fecha. Abril y Octubre de 2005. (Sibaja-Cordero y Cortés 2008). Grupo estudiado: epifauna bentónica.

Golfo de Papagayo:

3. Playa Virador, Golfo de Papagayo, Guanacaste. Zona rocosa intermareal. Fecha. Diciembre 2007. Grupo estudiado: epifauna bentónica.
4. Playa Panamá, Bahía Culebra, Guanacaste. Zona rocosa intermareal. Fecha. Diciembre 2007. Grupo estudiado: epifauna bentónica.
5. Playas del Coco, Bahía Culebra, Guanacaste. Zona rocosa intermareal. Fecha. 1974-75-76, Spight 1977, 1978, Miller 1983. Grupo estudiado: gasterópodos.
6. Playita Blanca, Coco, Costa Rica: 10°34`N, 85°42`W, Playa de arena. Fecha. 1971. Dexter (1974). Grupo estudiado: infauna bentónica.
7. Tamarindo, Guanacaste, Costa Rica: 10°19`N, 85°50`W, Playa de arena. Fecha. 1971. Dexter (1974). Grupo estudiado: infauna bentónica.

Cabo Blanco:

8. Sámara, Guanacaste, Costa Rica: 9°59`N, 85°38`W, Playa de arena. Fecha. 1971. Dexter (1974). Grupo estudiado: infauna bentónica.

9. Sámara, Guanacaste, Costa Rica: 9°52'N, 85°32'W, Zona rocosa intermareal. Fecha. Junio 2004. Jörger et al. (2008). Grupo estudiado: Polyplacophora

También se tienen datos de especímenes depositados en las colecciones del Museo de Zoología de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, para dichos sectores.

4.4. Resultados

La diversidad de especies encontradas en las zonas rocosas y arenosas estudiadas se puede apreciar en el Cuadro 4.1 y 4.3, para algunos grupos taxonómicos lugares como Cabuya, Playa El Hachal, Punta Pulpos y Playa Carbón representan puntos de baja diversidad. Playa Hermosa y Matapalo cuentan con infraestructura tras la playa que puede ser una fuente de alteración del hábitat, ya sea directamente o indirectamente, al ser un aporte de sedimentación (nueva infraestructura), presión sobre el sistema (pescadores de moluscos o turistas en exceso).

También en Playa Hermosa el infralitoral estaba cubierto casi enteramente por *Caulerpa sertularioides*, desplazando los otros tipos algales. La cobertura de algas rojas incrustantes y frondosas es muy baja en dicho nivel. En el nivel litoral se dan algas verdes frondosas en muy baja cobertura, entre ellas hay parches del género *Ulva*. En dicha zona rocosa se da una mezcla de cinco especies de cirripedios que la habitan, todas ellas con coberturas menores al 25%. En el litoral medio y alto solo se da con coberturas sobre el 50%, *Chthamalus panamensis*, y en el supralitoral se encuentra *Euraphia rhizophorae* en pequeños parches. En esta playa además hay poca cobertura de bivalvos vivos de la familia Ostreidae. La zona supralitoral tiene una densidad alta del caracol *Nodilittorina modesta*. La cantidad de especies de moluscos y otros organismos móviles se presentan más adelante.

La zona rocosa de Matapalo corresponde a una plataforma rocosa, parte del acantilado, donde el infralitoral presentó como grupos de algas principales especies de algas rojas calcáreas incrustantes y frondosas, entre ellas del género *Amphiroa*, está última con alta cobertura. También se dio el alga verde *C. sertularioides* alrededor de un 50% de cobertura. En la zona litoral la cobertura es menor, salvo por las formas incrustantes, pero se dan pequeños parches de algas rojas frondosas, y otras especies de algas verdes. El infralitoral presenta la especie de bivalvo *Chama echinata* en cobertura baja y *Saccostrea palmula* en densidad media en el litoral medio. En el supralitoral se dan caracoles Littorinidae, como *Nodilittorina modesta* en alta densidad y Neritidae con poblaciones pequeñas. Cabe resaltar la alta diversidad de familias/especies de moluscos y crustáceos encontrados en Matapalo, lo cual es sorprendente considerando la amenaza que

representa para el ecosistema la construcción de un complejo hotelero como el que actualmente existe en esa playa. Al ingresar a la zona rocosa fuimos recibidos con hostilidad por parte de los guardas de seguridad del hotel dando la impresión de que el hotel se adueñó de esta parte de la playa permitiendo el ingreso solamente a sus turistas. Se recomienda realizar al menos dos monitoreos anuales para medir el impacto que la carga del complejo hotelero pueda llegar a ocasionar.

En el caso de Cabuya pese a estar protegido sufre un fenómeno natural de exceso de sedimentación, producto de derrumbes de la pared de suelo tras la playa debido a la acción del oleaje y al desprendimiento de grandes cantidades de tierra ocurridos durante el año pasado a raíz de un fuerte temporal que se presentó en la zona, provocando que se formara una gruesa capa de sedimento sobre las rocas. La diversidad de invertebrados resultó baja en dicha playa, sin embargo se observó una alta densidad de estomatópodos, especies reconocidas como depredadoras. El infralitoral y litoral bajo tiene algas como *Padina* y *Halimeda*, entre los grupos de algas. Otras formas de algas verdes y rojas frondosas presentan cobertura media y las incrustantes son poco frecuentes. La zona rocosa en el litoral bajo presenta perforaciones del bivalvo *Lithophaga*. Además como en las otras localidades hay caracoles Littorinidae y Neritidae pero en muy baja densidad. Los poliquetos coloniales presentan poblaciones desarrolladas en el litoral. No se divisó la presencia de lapas pulmonadas.

En Playa El Hachal, el fenómeno de baja diversidad puede atribuirse más bien al tipo de sustrato presente en la zona (cantos rodados), cuyas rocas presentan superficies muy lisas donde no crecen algas ni se forman grietas que propicien el establecimiento de invertebrados.

Playas como Cabo Blanco y Playa Grande presentaron presencia importante de ciertos taxones, en riqueza, estado de desarrollo (poliquetos sabellaridos), cobertura (cirripedios) o tallas (como las lapas pulmonadas, las neritas de mayor tamaño y el cambute en Cabo Blanco). Esto posiblemente se debe a que son zonas protegidas para conservación o estar más aisladas. En el caso de crustáceos, las poblaciones fueron muy diversas y abundantes, cabe señalar que ambas playas presentaron mucha diversidad en grupos como equinodermos (Playa Grande fue el sitio que presentó mayor diversidad de pepinos de mar) y ascidias.

La zona rocosa de Playa Grande y Playa Carbón presenta algas como *Halimeda*, *Dyctiota*, *Padina*, *Amphiroa* y *Codium* en densidades medias y altas. Las algas incrustantes son poco dominantes. En la zona litoral solo se da cobertura de algas verdes frondosas en muy baja densidad. Las zonas altas del litoral y supralitoral presentan bivalvos *Brachidontes* y caracoles littorinidos. En los cirripedios *T. stalactifera* se dieron con muy bajas coberturas.

En Cabo Blanco las algas tienen baja cobertura, salvo en las zonas del infralitoral más expuestas al oleaje, donde dominan las verdes frondosas como *Ulva*. El género *Padina* también se encuentra formando parches en dicho estrato.

En las zonas más expuestas del infralitoral y litoral baja se dio la cobertura de algas rojas con formas frondosas e incrustantes, y entre ellas algas calcáreas siendo común *Amphiroa*, con cobertura media, incluso algunas cubren zonas altas del litoral pero en muy baja cobertura. Los bivalvos más dominantes del infralitoral son *C. echinata* y *Lithophaga*. En el litoral medio se encontraron lapas pulmonadas *Siphonaria gigas* con bastante densidad y espécimen grandes con diámetros mayores a 5 cm. La zona supralitoral presenta caracoles Litorinidae y densidades muy altas de caracoles nerítidos.

Playa Tambor en Bahía Ballena, presenta contaminación con presencia de basura a lo largo de la zona rocosa, también la cercanía de un muelle. Sin embargo para ciertos grupos se encontró especímenes que no habían aparecido en otros sitios (Mollusca, Opisthobranchia), en dicha playa las lapas pulmonadas eran de tallas muy pequeñas y escasas. En el caso de los crustáceos, se encontró abundancia de especímenes de ciertas especies de la familia Porcellanidae, no encontradas en los otros sitios, en las demás familias, la densidad de las poblaciones es muy baja. Para otros grupos como los gusanos no se encontró gran diversidad (Polychaeta, Sipuncula). No había colonias de poliquetos de la familia Sabellariidae. Como dato curioso, la presencia de equinodermos (estrellas quebradizas y pepinos de mar) fue muy baja también.

En Punta Pulpos se presenta en un área relativamente pequeña grandes contrastes, pasando de una zona rocosa bordeada de aguas cristalinas a una zona fangosa rocosa donde inicia el playón del manglar. En el caso de los crustáceos a pesar del poco tiempo que se tuvo para trabajar se encontró mucha diversidad de especies.

Playa El Hachal se caracteriza por estar conformada de cantos rodados y la zona rocosa la constituyen cantos de mayor tamaño muy lisos muy resbaladizos que dificultan el establecimiento de poblaciones salvo algunas especies de gastrópodos como *Thais* melones y lapas que tienen la capacidad de adherirse a sustratos duros y lisos. No se observó macroalgas, solamente una delgada película de algas verdes que recubría los cantos en la zona más baja. Pocas especies fueron observadas de invertebrados fueron observadas debajo los bloques de cantos grandes. Las especies dominantes fueron el poliqueto *Lanicola guillermoi* con una frecuencia alta del cangrejo *Glassella costaricana* que parece ser un simbiote asociado y varias especies de camarones del género *Alpheus*.

En Junquillal se encontró el infralitoral y litoral bajo, con alta cobertura de algas rojas frondosas, y cobertura baja de algas rojas incrustantes calcáreas; las primeras se hacen de cobertura media y las últimas desaparecen en la zona media del litoral. En la zona media solo aparecen algas rojas incrustantes y baja cobertura de algas del género *Bostrychia*. También algas verdes del género *Ulva* pueblan con cobertura media el infralitoral. Los cirripedios *Balanus inexpectatus* tienen cobertura baja en el infralitoral y litoral bajo; el litoral medio y alto

presentan cobertura media y alta de *Chthamalus panamensis* y baja de *Tetraclita stalactifera*. En el supralitoral se encuentran parches aislados de *C. panamensis*. El infralitoral también presenta cobertura del bivalvo *Chama echinata*, *Saccostra palmula* y *Brachidontes*. En este nivel la cobertura por colonias de poliquetos Sabellariidae es muy baja. Los caracoles de la familia Littorinidae presentaron mayores densidades en el litoral alto y poco en el supralitoral y finalmente las lapas pulmonadas del género *Siphonaria* se dan en baja densidad.

Cuadro 4.1. Diversidad de crustáceos, moluscos, poliquetos y otros invertebrados en las playas rocosas y arenosas del Pacífico Norte.

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie
Tambor 9.44847N/-85.00429W	Crustacea	3	18	25	34
	Mollusca	2	11	14	15
	Polychaeta				
	Otros				
Cabo Blanco (Sector San Miguel) 9.57997N/-85.13737W	Crustacea	3	21	34	40
	Mollusca	2	50	70	96
	Polychaeta				
	Otros				
Cabo Blanco (Sector Cabuya) 9.58828N/-85.08818W	Crustacea	2	9	15	20
	Mollusca	2	12	13	15
	Polychaeta				
	Otros				
Playa Grande 10.34523N/-85.86020W	Crustacea	2	13	20	21
	Mollusca	2	32	42	51

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie
	Polychaeta				
	Otros				
Playa Hermosa 10.57045N/-85.68472W	Crustacea	3	19	33	41
	Mollusca	2	30	52	61
	Polychaeta				
	Otros				
Playa Carbón 10.20477N/-85.51405W	Crustacea	2	22	25	30
	Mollusca	1	6	7	7
	Polychaeta				
	Otros				
Playa Matapalo 10.53380N/-85.74605W	Crustacea	3	30	39	56
	Mollusca	3	43	66	80
	Polychaeta				
	Otros				
Playa Junquillal 10.96411N/-85.69363W	Crustacea	1	15	20	23
	Mollusca	2	19	28	29
	Polychaeta				
	Otros				
Bahía El Hachal 10.561824N/-85.43448W	Crustacea	1	8	8	11
	Mollusca	3	14	17	18
	Polychaeta				

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie
	Otros				
Playa Sámara 9.522768N/-85.315919W	Crustacea	1	9	13	15
	Mollusca	2	33	48	65
	Polychaeta				
	Otros				
Bahía Culebra 10.3530N/-85.3920	Crustacea	1	27	54	63
	Mollusca	2	35	38	53
	Polychaeta				
	Otros				

Cuadro 4.2. Diversidad de crustáceos, moluscos, poliquetos y otros invertebrados en las playas rocosas del Pacífico Norte, reportadas en trabajos anteriores.

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie	Referencia
La Coyotera, Bahía Salinas	Crustacea	2	2	4	5	Sibaja-Cordero y Cortés (2008)
	Mollusca	3	7	7	8	
	Otros	1	0	0	1	
	Polychaeta	0	0	0	0	
Jobo, Bahía Salinas	Crustacea	2	1	3	4	Sibaja-Cordero y Cortés (2008)
	Mollusca	3	8	9	11	
	Otros	1	0	0	1	
	Polychaeta	0	0	0	0	

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie	Referencia
	eta					
Bahía Salinas	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Golfo de Santa Elena	Crustacea	0	0	0	0	Dean (2004)
	Mollusca	0	0	0	0	
	Otros	0	0	0	0	
	Polychaeta	1	4	6	6	
Islas Murciélagos	Otros	1	1	2	2	Dean (2001)
Virador, Golfo de Papagayo	Crustacea	2	1	3	4	Sibaja-Cordero en prep.
	Mollusca	2	7	9	10	
	Otros	1	0	0	1	
	Polychaeta	0	0	0	0	
Bahía Culebra	Polychaeta	2	2	2	2	Dean (2004)
Bahía Panamá	Crustacea	1	1	3	3	Sibaja-Cordero en prep. y Dean (2001)
	Mollusca	2	13	12	16	
	Otros	3	2	2	3	
	Polychaeta	0	0	0	0	
Playa Hermosa	Mollusca	2	18	25	36	Miller (1974)

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie	Referencia
Playa del Coco	Crustacea	0	0	0	0	
	Mollusca	2	31	56	90	Spigth (1976, 1977, 1978), Pepe (1985), Dean (2004)
	Otros	2	3	3	6	
	Polychaeta	1	2	3	5	
Playa Cangrejal, Sámara	Mollusca	2	26	36	57	Miller (1974), Jörger et al. (2008)
	Otros	1	1	1	1	Dean (2001)
Playa Carrillo	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Playa Conchal	Otros	1	1	2	2	Dean (2001)
Cabo Blanco	Otros	1	1	2	2	Dean (2001)
Montezuma	Crustacea	1	1	3	3	Villalobos (1980a), Sibaja-Cordero y Vargas (2006)
	Mollusca	2	6	7	7	
	Otros	1	0	0	1	
	Polychaeta	0	0	0	0	
Tambor	Crustacea	1	2	3	4	Villalobos (1980b)
	Mollusca	2	8	10	10	
	Otros	0	0	0	0	
	Polychaeta	1	1	1	1	

Cuadro 4.3. Diversidad de crustáceos, moluscos, poliquetos y otros invertebrados en las playas de arena del Pacífico Norte, recolectadas en el presente estudio y en trabajos anteriores.

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie	Referencia
Golfo de Santa Elena	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Junquillal	Crustacea	1	1	1	1	Este informe
	Mollusca	1	1	0	1	
	Otros	1	1	1	1	
	Polychaeta	1	2	1	2	
Hermosa	Crustacea	1	1	1	2	Este informe
	Mollusca	0	0	0	0	
	Otros	1	1	0	2	
	Polychaeta	1	2	1	2	
Playa del Coco	Crustacea	1	6	6	7	Dexter (1974)
	Mollusca	0	0	0	0	
	Otros	1	1	1	2	
	Polychaeta	1	4	4	4	
Flamingo	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Matapalo	Crustacea	1	2	1	2	Este informe
	Mollusca	0	0	0	0	
	Otros	0	0	0	0	
	Polychaeta	1	4	4	6	
Playa Grande	Crustacea	1	1	0	2	Este informe
	Mollusca	0	0	0	0	
	Otros	0	0	0	0	
	Polychaeta	1	5	2	5	
Tamarindo	Crustacea	1	5	4	7	Dexter (1974)

Sitio	Grupo taxonómico	Clase	Familia	Género	Especie	Referencia
	Mollusca	2	4	4	5	Dean (2001)
	Otros	0	0	0	0	
	Polychaeta	2	5	5	5	
Playa Conchal	Otros	1	1	2	2	Dean (2001)
Guiones	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Playa Sámará	Crustacea	1	3	2	4	Dexter (1974)
	Mollusca	2	3	4	5	
	Otros	1	1	2	2	
	Polychaeta	1	3	4	4	
Punta Islita	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Cabo Blanco	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Montezuma	Polychaeta	1	1	1	1	Dean (2004)
Playa Curú	Otros	1	1	1	1	Dean (2001)
Tambor	Crustacea	1	1	1	3	Este informe
	Mollusca	1	2	1	2	
	Otros	1	1	1	2	
	Polychaeta	1	7	6	8	

Riqueza de especies

En la figura 4.2 se observa la gráfica de la diversidad de los diferentes grupos de invertebrados estudiados en los sitios que se visitaron. Cabe resaltar, que los datos encontrados durante este estudio están influenciados por los siguientes factores:

1. El esfuerzo y tiempo de recolecta no fue el mismo en todos los sitios pues en algunos se contó con más tiempo de recolecta.
2. Debido al escaso tiempo con el que ha contado esta consultoría en general, y al gran volumen de muestras obtenidas durante el estudio, nos ha resultado

imposible realizar la identificación de todos los especímenes recolectados. Se ha dado énfasis a especies macro (mayores a 0.5 cm), sin embargo un porcentaje de las especies recolectadas corresponden a especímenes pequeños (menores a 0.5 cm) cuya identificación es muy difícil pues requiere de estudios detallados de la anatomía externa e interna, comparación con material (incluyendo material tipo) y la búsqueda de literatura especializada. Por tales razones, las cifras indicadas en este estudio aumentarán una vez se cuente con el tiempo y los recursos para continuar los estudios taxonómicos.

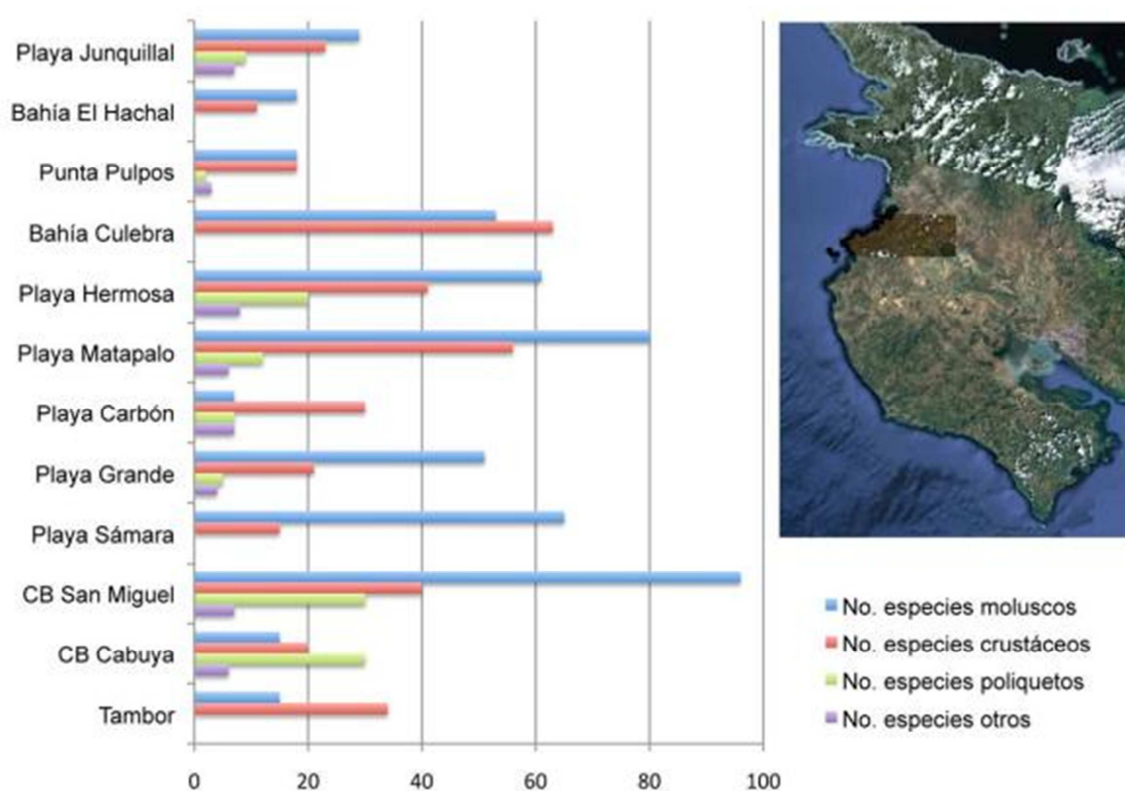


Figura 4.2. Diversidad de especies de invertebrados en el Pacífico Norte.

Mollusca

En general en todos los sitios visitados con excepción del Sector San Miguel en Cabo Blanco, se ha encontrado una diversidad moderada de moluscos marinos. De todos los sitios muestreados en la primera fase del proyecto (Playa Hermosa, Playa Matapalo, Playa Carbón, Cabo Blanco (Sector San Miguel), Cabuya y Playa Tambor), el sitio que ha presentado la menor diversidad de especies y abundancia de moluscos (Fig. 4.3) marinos ha sido Cabuya pues ésta área está siendo afectada por un fenómeno de erosión natural. Por otro lado, de los sitios muestreados en la

segunda fase del estudio (Playa Junquillal, y Punta Pulpos, el sitio que presentó mayor diversidad y abundancia de moluscos fue Playa Junquillal (Cuadro 4.1).

Playa Hermosa: Hasta el momento en las muestras analizadas de esta playa se cuenta con un total de 61 especies donde los moluscos gastrópodos son los más abundantes (Cuadro 4.1). Se encontraron bivalvos de importancia comercial tales como *Pinna rugosa*, *Pinctada mazatlanica* y *Crassostrea palmula*. De esta última especie, se observó que muchos especímenes de al menos 10 cm de longitud habían sido depredados posiblemente en los últimos años. La familia Columbelloidea, Neritidae, y Littorinidae son las que sin duda presentaron la mayor cantidad de individuos en el área. Se recolectaron dos especímenes de la familia Runcinidae los cuales representan el segundo registro en el pacífico costarricense de una especie no descrita para la ciencia. No se observaron grandes cantidades de especies características del supralitoral como lo son algunas especies de las familias Littorididae o Neritidae.

Playa Matapalo: La playa intermareal rocosa se caracteriza por tener grandes rocas de basaltos, algunas lisas que no facilitan mucho la colonización por moluscos marinos. Se lograron identificar 80 especies (Cuadro 4.1), donde los moluscos gastrópodos son las más abundantes. Se observaron varios parches de las especies *Fisurella virescens* y *Planaxis planicostatus* en pequeñas pozas de mareas. Durante el momento del muestreo se encontraba en el sitio un lugareño extrayendo ostiones, bivalvos del género *Crassostrea*. También se observó que habían muy pocos individuos del género *Siphonaria*, y los pocos que habían presentes eran de tamaños pequeños. El lugareño me indicó que ocasionalmente él y otras personas también extraen éste gastrópodo. Se encontraron parches del alga verde invasora *Caulerpa sertularioides* en el intermareal de esta playa. También se encontró una especie de sacoglosso que es nueva para la ciencia asociado al alga verde *Halimeda* sp. Aunque esta especie no ha sido descrita todavía ya se ha recolectado en otras localidades del pacífico de Costa Rica.

Playa Grande: A diferencia de las Playas de Hermosa y Matapalo, se pudo observar una gran abundancia de esponjas y otros invertebrados marinos debajo de las rocas. Muchos moluscos se alimentan de esponjas por lo que su presencia es esencial para este grupo. Se identificaron 51 especies (Cuadro 4.1), donde predominan los gastrópodos de la familia Columbelloidea y Muricidae. Se notó la abundancia de otros bivalvos como *Chama buddiana*, *Barbatiagradata* y *Arca mutabilis* que no estuvieron presentes en las playas anteriores en grandes números. Adicionalmente se observó una gran diversidad de micromoluscos en esta playa.

Playa Carbón: Se identificaron 7 especies, todos ellos gastrópodos del grupo Heterobranchia.

Sector San Miguel, Cabo Blanco: La diversidad y abundancia de especies de moluscos de la zona intermareal rocosa es más alta comparada con la de las playas anteriores. Se identificaron 96 especies (Cuadro 4.1). A diferencia de las localidades anteriores, se observaron en grandes números las especies de gastrópodos: *Nerita scabricosta*, *Fisurella virescens* y *Siphonaria gigas*, los bivalvos de importancia comercial: *Pinctada mazatlanica*, y *Pinna rugosa*, y el quitón *Chiton stokesii* el cual fue común encontrarlo entre las grietas. En el muestreo realizado en la gran poza de marea formada casi al frente de la estación de guardaparques se pudieron contar al menos 6 cambutes de la especie *Strombus galeatus* en estado adulto, especie que está protegida en el país. En algas verdes se encontraron dos especies de sacoglossos nuevas para la ciencia.

Cabuya, Cabo Blanco: Nos llamó la atención de inmediato la gran cantidad de sedimentación a la cual está sometida esta zona intermareal. Tal efecto natural, está afectando la diversidad de las especies de moluscos presentes. Se identificaron un total de 15 especies de moluscos (Cuadro 4.1).

Playa Tambor: Se identificaron 15 especies de gastrópodos, entre ellas tres que no habían sido encontradas en las playas anteriores. El bivalvo *Pinctada mazatlanica* fue común encontrarlo entre las rocas.

Playa Junquillal: Se encontraron 29 especies (Cuadro 4.1). Las especies que predominaron la zona supralitoral fueron los litorínidos. Otras familias con abundancia de individuos fueron Muricidae y Columbelloidea. Fue notorio encontrar grandes colonias vivas de la ostra *Crassostrea palmula*, pues como se trata de una zona protegida la especie no presenta depredación humana, contrario a lo que se ha observado en otras zonas intermareales no protegidas del Pacífico norte.

Punta Pulpos: Se recolectaron 18 especies de moluscos marinos en este punto. La especie *Thais melones* fue muy abundante entre las piedras.

Playa Sámará: Se registran 65 especies de moluscos marinos en esta área. Podemos encontrar aquí una gran representación de diversas familias de moluscos marinos lo que coloca a este lugar en la segunda playa no protegida con mayor diversidad de familias de moluscos marinos (la primera es Playa Matapalo, Cuadro 4.1).

Bahía Culebra: Se registran 53 especies de la zona intermareal para Culebra. Los estudios actuales en esta zona indican nuevos registros para Costa Rica y una posible especie nueva para la ciencia.

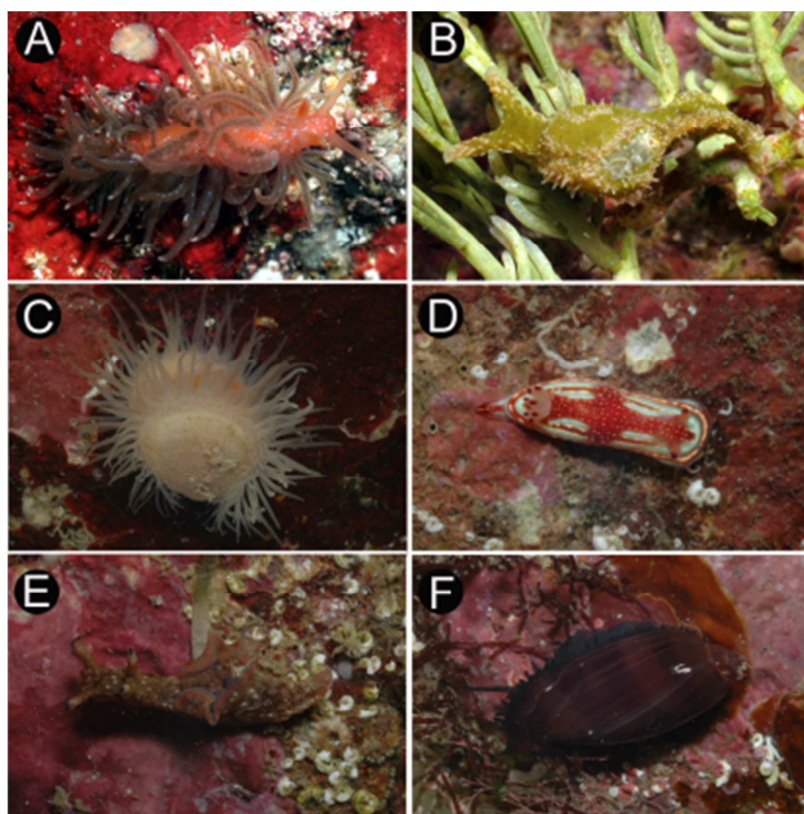


Figura 4.3. Algunas de las especies de moluscos recolectadas en las giras del proyecto. A. *Spurilla neapolitana* (DelleChiaje, 1823). B. *Oxynoe panamensis* Pilsbry Olsson, 1943. C. *Lima pacifica* d'Orbigny, 1946. D. *Chromodoris sphoni* Ev. Marcus, 1971. E. *Aplysia parvula* Guilding in Mörch, 1863. F. Juvenil de *Cypraea cervinetta* Kiener, 1843.

Platelmintos

Se hizo posible iniciar un inventario de los platelmintos presentes en los sitios de estudio. Se identificaron 10 morfo-especies distintas de policládidos, pertenecientes a siete familias. Esta es la primera vez que se lleva a cabo un inventario de los policládidos en el pacífico de Costa Rica por lo que es muy posible que estas especies correspondan a nuevos registros. Aunque para algunas especies ya sabemos el nombre científico se necesitan realizar estudios histológicos más detallados para identificar algunos otros individuos a nivel de especie.

Crustacea: Cirripedia

En playa Hermosa se encontró *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) (Fig. 4.4A), en el nivel infralitoral, *Chthmalus panamensis* Pilsbry, 1916 (Fig. 4.4.D)

en el litoral, y *Euraphia rhizophorae* (Oliveira, 1940) (Fig. 4.4E) en el litoral alto. En Matapalo, se encontró *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818) (Fig. 4.4C) por debajo de la banda de *C. panamensis*. Otro cirripedio fue hallado en el litoral alto pero se necesita hacer una revisión de especímenes en el laboratorio, para poder clasificarlo. Además también estaba *E. rhizophorae* en el supralitoral. Similar distribución de especies se encuentra en Playa Grande. En Playa Carbón estaba ausente *E. rhizophorae*. En Cabo Blanco la banda de *C. panamensis* es inexistente en las areniscas, pero algunos cirripedios fueron encontrados en grietas, tal vez de otras especies de la misma familia. En Cabuya sólo se encontró a *E. rhizophorae* y *C. panamensis*. Finalmente, en Bahía Ballena se encontró en el litoral bajo *Balanus inexpectatus* Pilsbry, 1916, y *T. stalactifera* en la zona del muelle, en el litoral medio *C. panamensis*, y en el litoral alto *E. rhizophorae*.

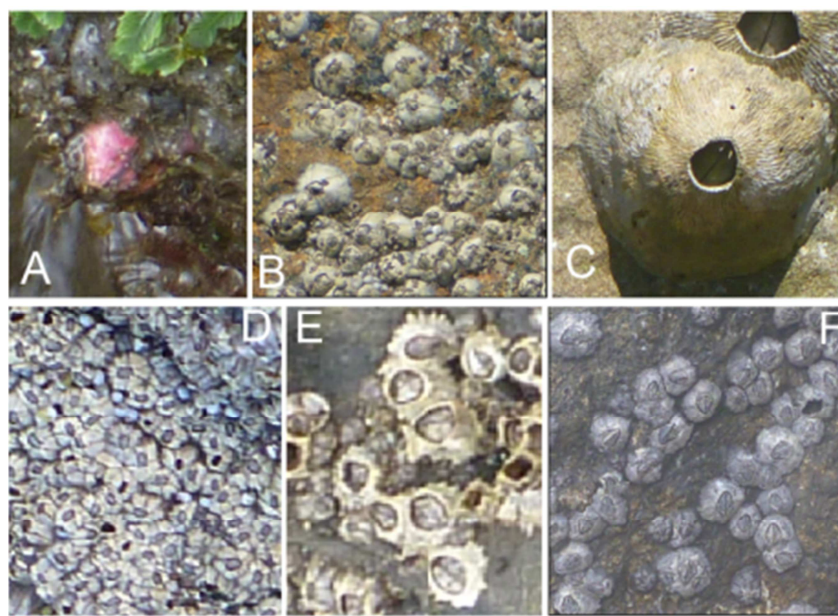


Figura 4.4. Cirripedios encontrados en los sitios de estudio. A: *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854), B: *Balanus inexpectatus* Pilsbry, 1916, C: *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818), D: *Chthmalus panamensis* Pilsbry, 1916, E: Cirripedia indet., F: *Euraphia rhizophorae* (Oliveira, 1940).

Crustacea: Decapoda

Los crustáceos decápodos (Fig. 4.5) intermareales son grupos abundantes en casi todas las playas rocosas. Por lo general se trata de especies crípticas y no son buscadas, ni apetecidas para consumo como sucede con algunos moluscos.

Con respecto a la diversidad en familias, Playa Cabuya y Playa El Hachal, presentaron los valores más bajos en cuanto al número de familias encontradas, 9 y 8 respectivamente. En Playa El Hachal se encontró abundantemente la especie *Glassella costaricana*, que vive asociada con el poliqueto *Lanicola guillermoi*, este gusano fabrica su tubo con arena gruesa debajo de las rocas.

Playa Tambor a pesar de ser una playa contaminada y sucia, en la cual el tiempo para tomar las muestras fue muy corto se recolectó una importante cantidad de familias y especies comparando con otros sitios y áreas protegidas, en particular la familia Porcellanidae (4 géneros y 9 especies) superada solamente por Playa San Miguel en Cabo Blanco, donde el número de especies de esta familia fue 12.

El número de familias, géneros y especies más alto encontrado fue en Playa Matapalo (30, 39 y 56 respectivamente). Esta zona en particular resulto ser muy diversa en crustáceos a pesar de que al lado de la zona rocosa se encuentra el Hotel Riu. En este sitio se observó que la playa arenosa estaba recargada de turistas y más preocupante es la construcción gigantesca que se está desarrollando contiguo al Riu, que sin lugar a duda va a agotar la capacidad de carga de la playa.

En general los sitios visitados en el Golfo de Santa Elena (con excepción de Playa el Hachal) presentaron alta diversidad y tal vez lo más importante una alta abundancia, muy similar a Playa San Miguel en Cabo Blanco que no se presentó en los otros sitios.

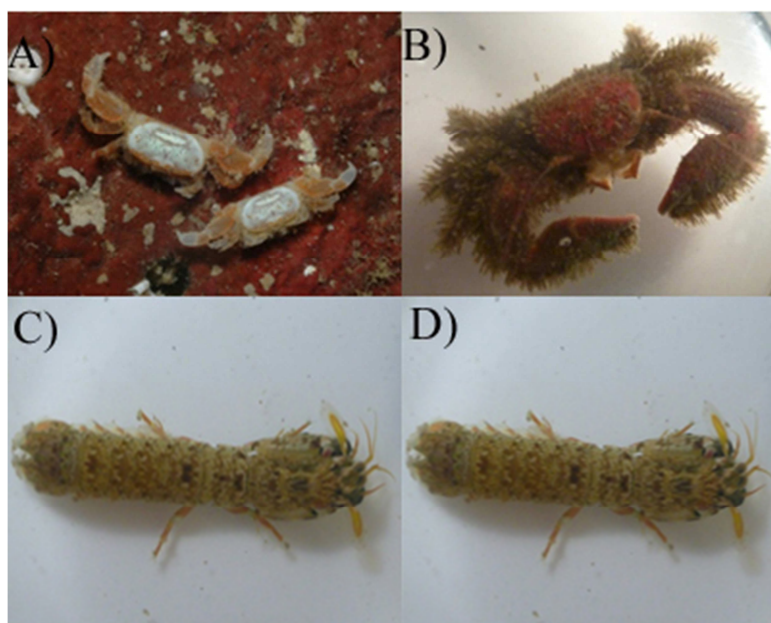


Fig 4.5. Algunos especies de crustáceos observados: A, *Glassella costaricana*; B, *Megalobrachium pacificum*; C, *Gonodactylus festae*; D, *Synalpheus* sp.

Crustacea: Peracarida

Se encontraron isópodos, anfípodos gammaridos (grupo más numeroso) y tanaidáceos (muy pocos especímenes en Playa Hermosa y El Hachal) en todos los sitios muestreados.

Crustacea: Stomatopoda

La única familia encontrada en todos los sitios fue Gonodactilidae y el género *Neogonodactylus*. Las especies dominantes en todos los sitios fueron *Neogonodactylus festae* y *N. zaca*. Por lo general los especímenes fueron pocos y pequeños, con excepción de Cabuya donde fueron grandes y se encontraban cazando activamente en el momento del muestreo. En el Golfo de Santa Elena, los estomatópodos encontrados estaban asociados a bloques de coral muerto dentro hoyos y en dos ocasiones se encontraron hembras cuidando sus huevos.

Echinodermata

Los grupos dominantes fueron las estrellas quebradizas y los pepinos de mar, salvo en Tambor y El Hachal donde prácticamente estuvieron ausentes.

Polychaeta

En cuanto a poliquetos (Fig. 4.6) se han encontrado varias familias por sitio, en la mayoría de los casos de especies que no habían sido reportadas para dicha zona, hábitat.

Playa Hermosa: su zona rocosa cuenta con una dominancia de las familias Eunicidae y Nereididae como habitantes comunes en las grietas y entre las algas de la zona rocosa. Dichas familias cuentan con dos o más especies, siendo comunes géneros como *Neanthes*, *Nereis*, *Eunice*, *Lysidice*, entre otros. Además se hallaron colonias poco desarrolladas del poliqueto *Phragmatopoma* de la familia Sabellariidae. La playa de arena es mucho menos diversa que otras playas del país y cuenta con escasa abundancia de las familias Glyceridae y Spionidae.

Playa Matapalo: De igual manera en la zona rocosa son abundantes las familias Eunicidae y Nereididae, con representantes de los géneros mencionados anteriormente, pero otros géneros y o especies fueron hallados durante la gira. Por ejemplo *Palola*. Otras familias además fueron halladas como los tubícolas de la familia Terebellidae, y errantes de la familia Polynoide, entre otros. Las colonias de Sabellariidae se encontraron poco desarrolladas. La zona de arena de igual manera

tuvo una abundancia muy baja. Se encontraron también las familias Lumbrineridae, Cossuridae, Magelonidae y Glyceridae.

Playa Grande y Carbón: Los poliquetos de la zona rocosa de ambas playas pertenecen a las familias presentadas antes en Hermosa y Matapalo, pero se suman los gusanos de fuego de la familia Amphinomidae, y aún se están procesando muestras de la zona rocosa y de arena, con lo que el número de familias aumentará. Las colonias de Sabellariidae de Playa Grande estaban bien desarrolladas.

Cabo Blanco: En Cabo Blanco se tienen presentes las familias de poliquetos Eunicidae, Nereididae, Terebellidae, Capitellidae, Amphinomidae, Sabellidae, Cirratullidae, Opheliidae, Spionidae, Syllidae, Polynoidae, Flabelligeridae, y Hesionidae.

Cabuya: Se encontró las familias Terebellidae, Trichobranchidae, Eunicidae, Nereididae, Syllidae, Dorvilleidae, y Chrysopetallidae. Las colonias de Sabellariidae, se encontraban en condiciones óptimas.

Bahía Ballena: Se encontró por el momento menos familias, pero aún no se han procesado todas las muestras recolectadas. No había Sabellariidae. En la playa de arena había una franja a media marea poblada por poliquetos tubícolas de la familia Onuphidae.

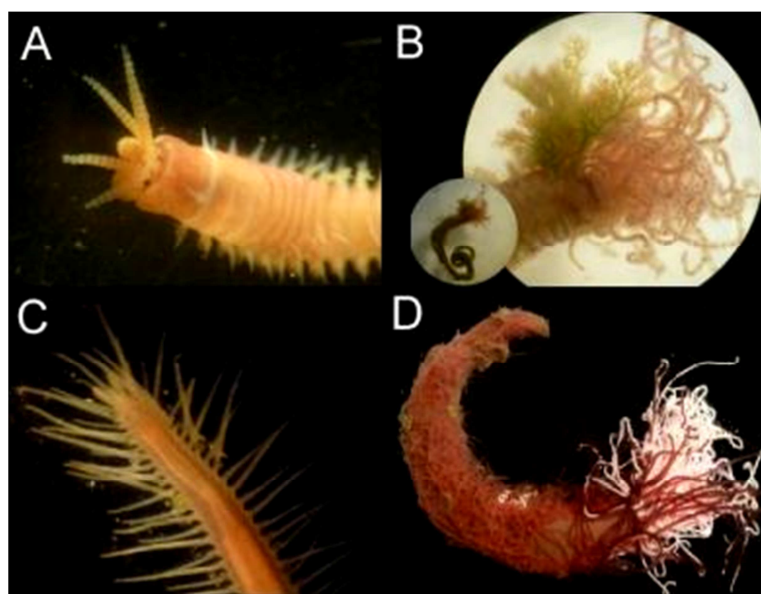


Fig 4.6. Algunos especies de crustáceos observados: A, *Glassella costaricana*; B, *Megalobrachium pacificum*; C, *Gonodactylus festae*; D, *Synalpheus* sp.

Sipuncula y Nemertea

Sipunculidos y nemertinos (Fig. 4.7) que ocurren en todos los sitios de muestreo como *Antillesoma antillarum* (Grube, 1858) o *Phascolosoma perlucens* Baird, 1868, pero en algunos sitios de estudio como Playa Grande hay ciertos especímenes que requieren una revisión más detallada para determinar sus especies. En general, estas especies tienden a ser animales muy comunes en la zona rocosa. Los nemertinos también son comunes pero en Cabo Blanco y Cabuya se tienen más organismos recolectados de diferentes especies cuya identificación previa ha sido basada en la coloración contando con al menos cinco especies diferentes.



Fig 4. 7. Gusanos no segmentados encontrados en los sitios de muestreo, A: Nemertea indet. B: *Tubulanus* sp. un nemertino, C: *Phascolosoma perlucens* Baird, 1868; y D: *Antillesoma antillarum* (Grube, 1858).

Otros grupos

Fueron encontrados también Pycnogonidos, Cnidarios (anémonas e hidroides los más abundantes) y briozoarios.

Trabajos previos en zonas rocosas

Los estudios realizados previamente en la región del Pacífico Norte (Cuadro 4.2), presentan resultados concordantes con las observaciones realizadas en el presente informe, por ejemplo la gran similitud en la identidad de las especies más comunes en definir el paisaje de zonación vertical. La zona de Bahía Salinas (Sibaja-Cordero y Cortés 2008), cuenta con coberturas altas de los grupos sésiles, pero como ese trabajo señala estas varían a lo largo del año dependiendo de la presencia o no del afloramiento, lo que hace variar también directa o indirectamente la presencia y abundancia de las especies móviles de moluscos. Esta situación es esperable en mayor o menor medida para las playas muestreadas en el Golfo de Santa Elena y Golfo de Papagayo. Así deben realizarse estudios más a largo plazo para tener un listado más completo de las comunidades biológicas. En ese sentido, la mayoría de los estudios ecológicos apuntan a una mayor diversidad de los moluscos, pero en muchos casos solo se ha muestreado parte de los grupos zoológicos y algales; y no todas las especies presentes. Estudios como los del Miller (1974) en Sámara y Hermosa; y los de Spigth (1976) reflejan la importancia de hacer varios muestreos en la misma zona, y por ejemplo en ambos casos estos estudios estaban enfocados en los moluscos gasterópodos, por lo que se explica el alto número de especies encontradas por dichos autores (Cuadro 4.2). En algunos casos como Tambor se visitó la misma zona rocosa que muestreo Villalobos (1980b) y los patrones y números relativos de especies resultaron similares; sin embargo algunas de las especies que él encontró no fueron halladas en el presente muestreo, pero otros grupos nuevos de moluscos sí fueron encontrados (Cuadros 4.2 y 4.3). Los poliquetos sésiles que reportó Villalobos (1980b) no fueron encontrados en el muestreo.

La diversidad biológica de las playas de arena es baja para el Pacífico Norte de Costa Rica, basándose en el estudio de Dexter (1976) y en los resultados del presente muestreo. En general las playas cuentan entre dos a menos de 20 especies. Playa Tambor en el presente muestreo fue la playa arenosa que presentó mayor número de especies, posiblemente al ser más protegida que las otras playas del Pacífico Norte visitadas en este trabajo. Los datos de Dexter (1976) presentan varias especies en playas como Tamarindo, El Coco y Sámara, pero el desarrollo de infraestructura y visitación turística ha aumentado en dichas localidades, sin embargo es de esperar que playas con poco desarrollo en la zona cuenten con diversidad comparable, por ejemplo sería el caso de Carillo donde no existe un pueblo aledaño a la playa de arena (Cuadro 4.3).

4.5. Recomendaciones

1. Hacer un monitoreo anual en los sitios no protegidos que presentan una alta diversidad de especies tales como, Playa Matapalo, Hermosa, Sámara y las playas del Golfo de Santa Elena.
2. Se recomienda considerar el Golfo de Santa Elena dentro de alguna categoría de manejo debido a la alta diversidad observada en los diferentes sitios visitados. Debido a la falta de tiempo para procesar las muestras en su totalidad, los números de especies obtenidos para el golfo no reflejan la diversidad presente en la zona. También cabe resaltar que la belleza paisajística/escénica debe ser preservada no permitiendo el desarrollo de complejos turísticos en la zona.
3. Buscar alternativas de mitigación para las zonas protegidas amenazadas por fenómenos naturales como en el caso de Cabuya en La Reserva Natural Absoluta de Cabo Blanco.
4. Instar a las Empresas Hoteleras que construyen grandes complejos turísticos cerca de zonas rocosas extensas con alta diversidad de especies a que contribuyan con la protección de las mismas, implementado programas de educación ambiental entre su personal y visitantes turísticos.

5. PELÁGICOS: AVES, TORTUGAS, CETÁCEOS Y PECES

5.1. Aves

5.1.1. Introducción

Las aves playeras son aquellas aves que utilizan los diferentes sustratos de la costa para alimentarse principalmente de pequeños invertebrados fosoriales, aunque también se alimentan de invertebrados superficiales. Algunas especies prefieren forrajear en limos, otros en la arena y otros en zonas rocosas; algunos forrajea solo fuera del agua, mientras que otros si caminan dentro del espejo de agua, ya sean estero, salina, manglar o playa. A pesar de que existen algunos generalistas, las especies se especializan en alguno de estos sustratos, por lo que para estudiar sus poblaciones se debe de censar todos estos elementos del mosaico ambiental donde estas aves habitan.

Como aves costeras se conocen tanto a las aves playeras como aquellas que explotan ambientes costeros pelágicos, tales como los pelícanos y gaviotas. Muchas de las especies pelágicas no se alejan mucho de la costa, sin embargo existe otro grupo de aves que rara vez se acercan a las costas de Costa Rica aunque habiten sus mares la mayor parte del año. Algunas especies de aves costeras se reproducen en islotes a lo largo de la costa Pacífica del país, sin embargo estos sitios reproductivos a pesar de ser conocidos desde hace ya cientos de años, no están propiamente estudiados ni documentados, por lo que no se sabe con certeza cuáles son todas las especies que se reproducen en estos, en qué cantidad y en qué época.

En su mayoría tanto las poblaciones de aves playeras como costeras están compuestas tanto por individuos residentes como migratorios. La mayoría de los individuos de las especies presentes en el país son migratorios, estando en el país entre setiembre y abril, sin embargo el tiempo de permanencia y la fecha en que llegan al país es dependiente de la especie y las condiciones ambientales a nivel continental. Algunas especies solo pasan por el país en su ruta más hacia el sur, otras permanecen en el país durante todo el invierno del norte.

La metodología para el conteo de aves playeras varía según las especies, características ambientales y época del año. Por lo que para este estudio proponemos tres metodologías que son complementarias para cubrir los distintos ambientes y sustratos utilizados por las aves costeras presentes en el área de estudio: Zona costera terrestre con presencia de salinas, zona costera terrestre sin la presencia de salinas, zona costera marina e islotes.

Para la clase Aves los trabajos científicos en la zona de estudio son escasos, tal como el trabajo de Alvarado-Quesada (2006) que identificó un importante componente de aves migratorias en las costas y humedales del país, alrededor de un 60% de las 165 especies identificadas. Por otro lado los estudios de Vilchis y

colaboradores (2006) y Ballance y colaboradores (2006) describen como las características ambientales marinas influyen en la densidad y distribución de las aves pelágicas en relación a la abundancia de alimento, en donde las especies planktívoras fueron más abundantes en ambientes con termoclinas poco superficiales mientras que las piscívoras prefirieron ambientes de termoclinas más profundas y de gradiente más pronunciado. También tratan sobre la importancia que tiene el domo de Costa Rica sobre la dinámica de aves y cetáceos.

Dado el vacío de información que existe para las aves marino-costeras de Costa Rica, este trabajo es un gran aporte pues pretende documentar la distribución y abundancia en los sitios de estudio escogidos como representativos de la región de estudio.

5.1.2. Objetivos

Objetivo general

Identificar los sitios de mayor relevancia para la conservación de las aves marino costeras de la Península de Nicoya.

Objetivos específicos

- Documentar la diversidad y abundancia de las aves marino costeras de la Península de Nicoya.
- Documentar eventos importantes de la historia natural de las aves marino-costeras de la región de estudio.
- Identificar la distribución de las diferentes especies de aves marino costeras en cada uno de los sitios de estudio.

5.1.3. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica donde se incluyeron los estudios pre-existentes de aves para la región del estudio. Se realizaron puntos de muestreo en 17 islas/islotes y cuatro playas/esteros (Cuadro 5.1). Las islas/islotes se visitaron entre las 16:30 hrs y las 18:00 hrs cuando las aves volvían a descansar durante la noche. Se hacían recorridos alrededor contando todas las aves perchedas en las paredes o superficies de las islas/islotes y aquellas volando alrededor. Se registró la especie, el número de individuos y presencia de juveniles/nidos.

Para las playas/esteros los conteos fueron de 3 horas, 1 antes y una después de la marea más baja, cuando hay más sustrato disponible para las aves de estos ambientes. Se registraron todos los individuos por especie y el tipo de sustrato/comportamiento que utilizaban. Los tipos de sustrato/comportamiento son:

Acantilado: Pared rocosa empinada enfrente del mar.

Boca de río: desembocadura de un río al mar, la parte arenosa final y las lagunas que se forman justo detrás de la arena donde empieza el manglar.

Manglar interno: lagunas, canales y brazos de río que se internan en los bosques de manglar más adentro de la laguna que se forma con la arena de la playa.

Barra boca de río: barra de arena que se forma solo en algunas desembocaduras formando una entrada de arena al mar que es ideal para el descanso de muchas especies de aves de la familia Laridae.

Caletas en marea baja: plataformas rocosas de varias hectáreas de extensión que se exponen solo en marea baja formando muchas pozas intermareales que son frecuentadas por aves Charadriiformes.

Rocas intermareales: formaciones rocosas pequeñas que se exponen en marea baja, suelen estar aisladas entre playa arenosa, como en playa Tamarindo.

Volando: Se utilizó para registrar todas aquellas aves que solo fueron observadas volando cerca del sitio de muestreo.

Cuadro 5.1. Listado de sitios de muestro y fechas de muestreo para aves playeras en islas e islotes y playas y esteros de la Península de Nicoya entre el 1 de marzo y el 26 de julio del 2012.

Ambiente	Localidad	coordenadas	Fecha
Isla e Islotes	Isla Cabo Blanco	9° 32' N, 85° 32' W,	18/4/12
	Isla Elefante	10° 27' N, 85° 51' W	21/4/12
	Isla Sombrero	10° 28' N, 85° 51' W	21/4/12
	Islas Catalinas	10° 28' N, 85° 52' W	21/4/12
	Islas Pitahaya	10° 30' N, 85° 50' W	22/4/1
	Isla Brumel	10° 30' N, 85° 49' W	22/4/12
	Isla Roca Bruja	10° 47' N, 85° 40' W	26/7/12
	Isla Colorada	10° 50' N, 85° 51' W	26/4/12
	Isla Pelada	10° 50' N, 85° 53' W	26/4/12
	Isla Cocinera	10° 51' N, 85° 54' W	27/4/12
	Isla San José	10° 51' N, 85° 54' W	27/4/12
	Isla Catalina	10° 51' N, 85° 55' W	27/4/12
	Isla Golondrinas	10° 51' N, 85° 56' W	27/4/12
	Islas San Pedrito	10° 51' N, 85° 57' W	27/4/12
	Isla Negritos	10° 55' N, 85° 53' W	28/4/12
	Isla Los Cabros	10° 56' N, 85° 48' W	28/4/12
	Isla Muñecos	10° 57' N, 85° 43' W	28/4/12
Playas y esteros	Punta Pargos	10° 12' N, 85° 50' W	20/4/12
	Playa Tamarindo	10° 19' N, 85° 49' W	1-4/3/12
	Punta Gorda	10° 32' N, 85° 46' W	22/4/12
	Playa Naranjo	10° 46' N, 85° 39' W	25-26/7/12

5.1.4. Resultados

Islas e islotes

El 56% de los individuos de aves registrados en las islas/islotes fueron *Sula leucogaster*, un total de 4919 individuos (Anexos: Cuadro A10). Cabe destacar que las Islas Catalinas con 2010 adultos y 224 juveniles y la Isla Cabo Blanco con 1977 adultos y 505 juveniles son dos sitios de mucha importancia para esta especie ya que representan el 96% de la población registrada en todas las islas/islotes estudiados. La presencia de juveniles en las islas es evidencia de la reproducción de esta especie, registrado también en Isla Elefante, cerca de Playa Flamingo. El 32% de las aves registradas fueron *Fregata magnificens*, con un total de 2744 individuos. 1447 individuos se registraron en Islas Pithaya cerca de Playa Flamingo y 620 en Isla San Pedrito del archipiélago de Murciélago. Sin embargo esta especie estuvo presente en 12 de las 14 islas/islotes. El 8.3% de los individuos registrados correspondieron a *Pelecanus occidentalis*, con un total de 701 individuos. Las Islas Pitahaya cerca de playa Flamingo con 231 adultos y 45 juveniles e Isla Muñecos cerca de Cuajiniquil con 173 adultos y 141 juveniles son los sitios reproductivos registrados más importantes. También fueron registrados 7 juveniles en Isla Pelada del archipiélago Murciélago. Las Islas Muñecos y Brumel con 8 y 7 especies respectivamente fueron las islas/islotes más diversos. La mayoría de las otras no tuvieron más de 3 especies.

Playas y esteros

Estos ambientes fueron más diversos que las islas/islotes, 64 contra 14 especies (Anexo: cuadro A11), debido en gran medida a la mayor diversidad de sustratos disponibles. La especie más abundante fue *Sterna maxima* con 1080 individuos, de los cuales 965 se encontraban en playa Tamarindo durante una explosión de peces entre el estero y el mar, haciendo que se dieran grandes concentraciones de esta especie y otras congéneres y familiares suyas como los 131 individuos de *Sterna sandvicensis* presentes a la vez. También destacan 132 individuos de *Pelecanus occidentalis* y 127 individuos de *Fregata magnificens*. El sitio con mayor diversidad de especies fue playa Tamarindo con un total de 46 especies, seguido de playa Naranjo con un total de 38 especies registradas. Los 96 individuos de *Amazona auropalliata* son de gran importancia para la conservación de esta especie bajo amenaza de extinción en nuestro país (CITES).

5.1.5. Conclusiones

Los componentes costeros de la Península de Nicoya muestran una alta diversidad y abundancia de aves playeras, se registraron 64 especies pertenecientes a 29 familias. Las islas e islotes son importantes sitios de descanso y reproducción para especies de aves que pasan la mayor parte de su tiempo volando sobre el mar como lo son *Sula* y *Fregata*. Las playas y esteros albergan poblaciones diversas de especies residentes y migratorias que utilizan una diversidad de sustratos que van desde formaciones rocosas hasta limos y arenas. La falta de datos poblacionales previos a este estudio hace imposible comparar las poblaciones, es de gran importancia que se le dé seguimiento a este tipo de poblaciones para poder entender mejor su dinámica en el tiempo y espacio.

5.2. Tortugas Marinas

5.2.1. Introducción

A nivel mundial existen 7 especies de tortugas marinas, cuatro de las cuales ocurren en el Pacífico de Costa Rica: la tortuga baula *Dermochelys coriacea* de la familia Dermochelyidae y la tortuga lora *Lepidochelys olivacea*, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga negra¹ *Chelonia mydas* perteneciendo a la familia Cheloniidae (Pritchard y Mortimer 1999). Principalmente debido a la pesca incidental, el consumo y comercio de tortugas o sus subproductos y el desarrollo costero (Mast *et al.* 2005), todas las tortugas marinas, con excepción de la tortuga lora considerada como vulnerable, se encuentran en peligro o en peligro crítico de extinción en la lista roja de la UICN y por lo tanto son prioridades de conservación (Fritz y Hazas 2007). Así mismo, el Pacífico Oriental ha sido identificado como el área prioritario para la conservación de las tortugas marinas a nivel mundial, dado de que la mayoría de las poblaciones que abarca están en peligro o amenazadas de extinguirse (Wallace *et al.* 2011). En Costa Rica, varias organizaciones estatales y no gubernamentales se dirigen a la protección y la investigación de las playas de anidamiento de tortugas marinas y especialmente en la zona del Pacífico Norte se observa una gran cantidad de estos grupos de investigación enfocando sus monitoreos en distintos espacios geográficos y temporales. Sin embargo, no existen ninguna base nacional o alguna red de datos compartidos por todas estas organizaciones.

¹a menudo denominada como la especie *Chelonia agassizii* o subEspecie *Chelonia mydas agassizii* por su fenotipo distintivo de la tortuga verde del Atlántico

El ciclo de vida de las tortugas marinas inicia con una fase pelágica de los post-neonatos que se mueven pasivamente en corrientes oceánicas, una siguiente fase nerítica donde juveniles de cierta edad reclutan a las zonas costeras de forrajeo y por ultimo las extensas migraciones entre sitios de forrajeo y de anidamiento de los adultos (Bolten 2003).

La presente investigación inició con una larga y exhaustiva búsqueda de los datos más recientes sobre los eventos de anidación, alimentación y reproducción en el Pacífico Norte, incluyendo a los informes anuales de los distintos proyectos y organizaciones que trabajan en esta región. La siguiente fase se concentró en la sintetización y estandarización de los datos proporcionados, siendo necesario, ya que no existe ninguna metodología normalizada en el análisis de los datos colectados principalmente durante los meses de anidamiento de las tortugas marinas. Se obtuvo los datos de 26 playas de anidamiento, de las cuales solamente ocho playas presentan alguna categoría de protección y que son administrados o muestreados por 17 distintas organizaciones, investigadores particulares o personas entrevistados. Los datos fueron convertidos según la metodología empleada por SWOT (State of the Worlds Sea Turtles 2012) y están representadas en cantidad total aproximada de hembras anidadoras por playa correspondiente. Por otro lado, prácticamente no existe ninguna información previamente colectada que documente la distribución de las especies y su frecuencia en los sitios de alimentación y/o de reproducción. Esta exploración por lo tanto requirió una primera búsqueda de sitios potenciales mediante la entrevista de investigadores, pescadores, bucos y locales en general. Las observaciones culminaron en muestreos con red en agua en cuatro sitios: Cuajiniquil – Santa Elena, Playas del Coco – Golfo de Papagayo, Punta Pargos y Cabo Blanco, siendo el último sitio, donde algunos puntos de muestreo se encontraban dentro de los límites protegidos de la Reserva Natural.

5.2.2. Objetivos

General

Establecer la actual distribución de especies de tortugas marinas en las playas de anidamiento y en los sitios de forrajeo en el Pacífico Norte de Costa Rica.

Objetivos Específicos

- Investigar la totalidad de playas anidamientos de tortugas marinas en el Pacífico Norte de Costa Rica y determinar la correspondiente organización responsable de su investigación y monitoreo
- Sintetizar la existente información en su gran mayoría no publicada sobre los eventos de anidamiento y estandarizar los datos para estimar la

abundancia de tortugas marinas en las playas del Pacífico Norte de Costa Rica

- Realizar entrevistas con las organizaciones respectivas para identificar potenciales sitios de forrajeo para adultos y juveniles entre las playas de anidamiento y verificar y caracterizar estos sitios mediante giras al campo
- Establecer las áreas más importantes en términos de diversidad y abundancia de tortugas marinas para así colaborar en el manejo nacional de la conservación, protección e investigación de tortugas marinas.

5.2.3. Metodología

Para obtener los datos más recientes sobre la anidación de tortugas marinas se contactó a los diversos organizaciones no gubernamentales, entidades gubernamentales (MINAE), así como investigadores individuales y personas particulares, ya que no existe una base nacional o regional que contenga alguna información sobre los responsables del monitoreo de cada playa de anidamiento o sobre las especies y sus respectivas frecuencias en las playas correspondientes. Donde no fue posible obtener los datos más recientes o de las fuentes directas, se recurrió a la base global sobre el estado de las tortugas marinas (SWOT – State Of TheWorld’s Sea Turtles) y el Informe Anual de Costa Rica de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas (Asch 2010). Los datos obtenidos en su mayoría fueron convertidos al número de tortugas estimado durante el periodo muestreado, en lo cual se utilizó la fórmula de SWOT (2011):

$$\text{Número de hembras} = \text{número de nidos} / \text{número de nidos por hembra}$$

El número de nidos por hembra varía según la especie y la región (Miller 1997), y el número de nidos por hembra utilizado para calcular el número de hembras a partir de la cantidad de nidos para la tortuga lora fue de 2.5 nidos (Plotkin *et al.* 1991, Fonseca com. pers.), de 4.4 nidos para la tortuga negra (Blanco *et al.* 2011, Fonseca *et al.* 2011), de 5 nidos para la tortuga baula (Steyermark *et al.* 1996) y de 5 nidos para la tortuga carey (Liles *et al.* 2011). Para mantener la objetividad sobre estos resultados, los números totales de hembras por temporada muestreada fueron ordenadas en categorías de menos (<10) de 10 hembras, entre diez y 50 (10 – 50) y más de 50 (>50) hembras por temporada muestreada. Para poder analizar brevemente la efectividad y el impacto de los resultados se tomó en cuenta el intervalo de muestreo de los datos proporcionados, lo cual fue dividido en actividades esporádicas, diarias o de un intervalo de meses determinado.

Para determinar la abundancia de tortugas marinas en los sitios de forrajeo, primero se realizó extensas entrevistas y búsquedas de personas locales, quienes

puedan dar información confiable sobre la ocurrencia de tortugas marinas en las zonas costeras. Al recibir una confirmación de avistamientos en sitios o zonas particulares, se visitó el lugar y nuevamente recurrió a comunicarse con los pescadores locales, quienes generalmente son la fuente de información más confiable acerca de sitios de desarrollo / alimentación de tortugas marinas, y de esta manera establecer los puntos de muestreo de los próximos días. La visita a estos sitios se realizó en la lancha de pesca del pescador entrevistado, muchas veces acompañado por algún familiar o amigo, quien también poseía conocimiento acerca de las tortugas marinas circulando por la región determinada. En el caso de las Playas del Coco y en Santa Elena – Cuajiniquil se realizó los muestreos con los buzos y guías locales respectivamente.

Los puntos de muestreo primeramente fueron inspeccionados para conocer la factibilidad de poner la red de muestreo sin que éste pueda dañar corrales y otras estructuras coralinos, o enredarse en laterales rocosos o ser llevado por el impacto de corrientes. Así mismo no debe colocarse en profundidades muy bajas, por lo que además se midió la profundidad del agua con un profundímetro (Fig. 5.1.a). La red de muestreo consiste de una red especialmente fabricada para el muestreo de tortugas marinas, es de nylon negro con una luz de maya de 40 pulgadas, plomo en la línea de fono y con bojas rojas en la superficie cada tres metros a lo largo de los 75 m de la red (Fig.5.1.c). Antes de ponerla, puesta en el agua, la red se puede extender por aprox. 8 m (Fig. 5.1.d). Además se tomó los puntos GPS para cada punto de la red. Cada sitio fue muestreado con un esfuerzo de captura (tiempo que la red permanece en el agua) de seis a ocho horas por día de muestreo. La red fue revisado cada media hora, en que se levantaba la red a mano y / o se registraba desde el agua snorkelando. Mientras tanto también se realizó monitoreos visuales de la zona, para también tomar en cuenta las observaciones de tortugas marinas.



Figura 5.1. Puesta de la red: a) medición de la profundidad del agua, b) colocación de red, c) la red puesta en el agua, d) la red extendida casi por completo.

El número de tortugas capturadas es expresado en número de tortugas por esfuerzo de captura (tiempo en que la red permanece en el agua), lo que da como resultado la cantidad de tortugas capturadas por unidad de esfuerzo de captura (horas):

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) = # de tortugas capturadas / # horas de muestreo con red puesta

Para poder documentar el estado de desarrollo de las tortugas capturas, para evitar su seudoreplicación y su exposición a estrés innecesario, las tortugas fueron tapadas con un trapo oscuro mojado, medidas en su largo (LCC) y ancho curvo (ACC) de caparazón, pesadas, marcadas con placas metálicas con código individuales y se les tomó fotos del cráneo (Fig. 5.2.A-D). Durante la manipulación se explicó a los pescadores la utilidad de la información obtenida, y la importancia en proteger y conservar a las tortugas marinas. Al final de cada sesión se les tomó fotos al grupo de pescadores e científicos para transmitir el entusiasmo y la importancia de las personas locales en esta investigación y en cambio recibir credibilidad, aceptación y futura colaboración.



Figura 5.2. Manipulación de la tortuga capturada: a) pesarla con una romera de hasta 100kg, b) toma de fotos de la cabeza, c) mantenerla cubierta durante el manejo, d) puesta de marcas metálicas en la segunda escama de cada aleta

5.2.4. Resultados

Playas de anidamiento

Se obtuvo los datos de 26 playas de anidamiento, de las cuales solamente ocho playas presentan alguna categoría de protección y que son administrados o muestreados por 17 distintos organizaciones, investigadores particulares o personas entrevistados. Los datos fueron convertidos según la metodología empleada por SWOT (State of theWorlds Sea Turtles 2012) y están representadas en cantidad total aproximada de hembras anidadoras por playa correspondiente (cuadro 5.2). Se registró un total de 26 playas de anidamiento para mínimamente una de las cuatro especies de tortugas marinas, de las cuales solamente nueve playas forman parte de algún área de conservación. Estas playas en su mayoría son monitoreadas de manera diario o en intervalos determinados por la metodología de la organización. Las demás 17 playas no incluidas en alguna área protegida son monitoreadas de manera esporádica o en intervalos determinados por la

organización a cargo. En total se identificó seis organizaciones no gubernamentales que trabajan en intervalos de muestreos determinados o diariamente en las playas del Pacífico Norte, siendo en el orden de cantidad de playas administradas la organización internacional Sea Turtles Forever con cuatro playas no protegidas en Punta Pargos (Playa Avellanas, Playa Lagartillo, Playa Callejones, Playa Blanca), Proyecto Restauración de Tortugas Marinas (PRETOMA) con dos playas no protegidas (Playa Corozalito, Playa San Miguel) y una playa en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caletas-Arío (Playa Caletas), la Asociación de Voluntarios de Áreas Protegidas (ASVO) con dos playas no protegidas (Playa Buena Vista, Playa Montezuma) y Playa Cocal en el Refugio Nacional de Vida Silvestre La Romelia, theWorld Wildlife Fund (WWF) en Playa Junquillal sin categoría de protección y The Leatherback Trust en Playa Grande, The International Student Volunteers (ISV) en Playa Ostional, y por supuesto el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) en Playa Naranjo y Camaronal, siendo playas parte de áreas protegidas. Los restantes 13 playas son monitoreadas de manera aleatoria por investigadores, organizaciones de playas adyacentes o personas particulares.

Aunque con números bajos, en tres playas (Playa Naranjo, Playa Buena Vista, Playa Camaronal) se registró el anidamiento de las cuatro especies de tortugas marinas, siendo Playa Buena Vista la única playa no protegida. En especial en la región de Punta Pargos, casi todas las playas presentan al menos tres especies de las tortugas marinas y en conjunto a las cuatro especies del Pacífico Costarricense. Destacan también los elevados números de tortugas negras registradas en monitoreos esporádicos en la zona Norte de la península de Nicoya y su predominancia en playas no protegidas alrededor de Punta Gorda y del Golfo de Papagayo. Aunque indicado con números muy bajas es importante resaltar la presencia de la tortuga carey en algunas playas a lo largo de la península e incluso entrando al Golfo de Nicoya, 50% de las cuales no están protegidos debajo de ninguna categoría gubernamental y en su gran mayoría están muestreadas durante determinados meses del año o de la manera esporádica. La tortuga baula después de la tortuga carey es la tortuga marina que ocurre en frecuencias más bajas a contrario de la tortuga lora, cuyos números, principalmente por su fenómeno de anidamiento masivo o “arribadas” superan los eventos de anidamiento de todas las demás especies.

Cuadro 5.2. Lista de todas las playas de anidamiento registradas en el Pacífico Norte de Costa Rica. Abreviaturas según lo que se indica a continuación: P = Playa, AP = Área Protegida, Esp. = esporádico, L.o. = *Lepidochelys olivacea*, C.m. = *Chelonia mydas*, D.c. = *Dermochelys coriacea*, E.i. = *Eretmochelys imbricata*. Fuentes: a) Lara Victor, A. com. pers., b) a. Fonseca et al. 2011, b. Fonseca et al. 2011 c) Fonseca, L. com. pers., d) Blanco y Santidrián 2011, e) Bolaños 2008, f) Vallejos. E. com. pers., g) a. Ash 2010, h) Spotila et al. 2010, i) Piedra y Vélez 2005, j) Piedra et al. 2008, k) Ward et al. 2011, l) Francia et al. 2011, m) Chacón-Chaverrí 2008, n) Quirós y Figgenger 2011, o) Valverde et al. 2012, p) a. Solano et al. 2010, b. Solano y Madrigal 2010, c. Solano et al. 2010 q) Viejobueno et al. 2011.

Playa de anidamiento	AP	Intervalo de muestreo	Fecha del dato más reciente	ESPECIE				Fuente
				L.o.	C.m.	D.c.	E.i.	
Islas Murciélagos	SI	Diario	2011	-	10-50	-	-	a)
P. Nancite	SI	Diario	2011	>50	10-50	-	-	b.a)
P. Naranjo	SI	Diario	2011-2012	>50	10-50	<10	<10	c)
P. Cabuyal	NO	Esp.	2010	-	10-50	-	-	d)
P. Zapotillal	NO	Esp.	2010	-	10-50	-	-	
P. Prieta	NO	Esp.	2010	-	10-50	-	-	
P. Virador	NO	Esp.	2010	-	10-50	-	-	d), e)
P. Matapalo	NO	Esp.	2010/2012	10-50	10-50	-	-	d), f)
P. Blanca	NO	Esp.	2007-2008	-	10-50	-	-	d)
P. Nombre Jesús	NO	Esp.	2010	-	10-50	-	-	d), g)
P. Grande	SI	Diario	2009	-	-	10-50	-	h)
P. Langosta	SI	Esp.	2003-2004	-	-	10-50	<10	i), j)
P. Avellanas	NO	Set. - Abr	2011	10-50	<10	<10	-	k)
P. Lagartillo				<10	10-50	-	-	
P. Callejones				<10	10-50	-	<10	

Playa de anidamiento	AP	Intervalo de muestreo	Fecha del dato más reciente	ESPECIE				Fuente
				<i>L.o.</i>	<i>C.m.</i>	<i>D.c.</i>	<i>E.i.</i>	
P. Blanca				<10	<10	<10	-	
P. Junquillal	NO	Diario	2009-2010	>50	<10	<10	-	l)
Punta Indio hasta Rayo	NO	Esp.	2006	-	-	-	<10	m)
P. Ostional	SI	Diario	2010-2011	>50	<10	<10	-	n), o)
P. Buena Vista	NO	Jul - Dic	2009-2010	>50	<10	<10	<10	p.a)
P. Camaronal	SI	Diario	2009-2010	>50	<10	<10	<10	g)
P. Corozalito	NO	Jul - Dic	2010-2011	>50	<10	-	-	q)
P. San Miguel	NO	Jul - Dic	2010-2011	>50	<10	-	-	
P. Caletas	SI	Jul - Feb	2010-2011	>50	<10	<10	-	q)
P. Cocal - La Romelia	SI	Jul - Dic	2010	>50	-	-	<10	p.b)
P. Montezuma	NO	Jul - Oct	2011	10 - 50	-	-	<10	p.c)

Sitios de forrajeo y de reproducción

En total se visitó cuatro potenciales sitios de alimentación y reproducción, siendo Punta Pargos (12. – 15. 3. 2012), Santa Elena – Cuajiniquil (21. – 23. 4. 2012), Cabo Blanco (25. – 27. 5. 2012) y Playas del Coco – Golfo de Papagayo (21. – 23.7. 2012).



Figura 5.3. Área de muestreo (círculo rojo) en la Bahía de Playa Matapalito al Este de la boca de Bahía Santa Elena.

a) Santa Elena – Cuajiniquil

Durante los días del 22 y 23 de abril del 2012 se muestreó en la bahía de Playa Matapalito adyacente al Este de la Bahía de Santa Elena, que se caracteriza por un fondo arenoso con un arrecife vivo al lado oeste que delimita con Bahía Santa Elena (Fig. 5.3). La red fue colocada alrededor de las seis de la mañana en marea alta en la orilla noreste del arrecife y con un esfuerzo de captura de siete horas diarias se capturó cuatro tortugas carey (I – IV) el primer día y tres tortugas carey (V – VII) y una tortuga negra (I) el segundo día (Fig. 5.4). En promedio el largo curvo del caparazón (LCC) de las siete tortugas carey fue de 47.05 ± 4.17 cm y el ancho curvo del caparazón (ACC) fue de 38.22 ± 6.1 cm y de la tortuga negra respectivamente fue de 56.2 cm y 52.5 cm.

Además se observó aproximadamente 15 tortugas negras forrajeando en la bahía y unas cinco tortugas carey que no fueron capturados. Ninguna tortuga capturada u observada llevaba marcas previamente colocadas en sus aletas, por lo que sus orígenes permanecen desconocidos.

La mayoría de las tortugas carey y la tortuga negra estaban cubiertas por epibiontes encrustados en el caparazón y sus extremidades, lo cual indica a que estas tortugas han permanecido por algún tiempo prolongado en un ambiente protegido y probablemente coralino. Tortuga carey VII carecía de su ojo izquierda y presentaba su aleta trasera derecha mutilada, además de un fuerte impacto de epibiontes y algas encrustadas entre las escamas y debajo de su caparazón y plastrón (Fig. 5.4F y G). En general esta tortuga presentaba una condición corporal más débil que las demás tortugas. La única tortuga negra capturada tenía la característica de no presentar las escamas supraoculares a su lado izquierda (Fig. 5.4I), pero no parecía de sufrir algún otro impacto en su condición corporal.

Es importante anotar, que los guías locales de Cuajiniquil cerca de la costa así como en mar abierto documentan la observación de cópulas de tortugas loras y negras, principalmente durante sus meses de desove (julio – noviembre y setiembre - marzo respectivamente), y en menores frecuencias durante el resto del año.



Figura 5.4. Tortugas capturadas en la Bahía de Playa Matapalito: a) dos tortugas carey fueron capturadas al mismo tiempo, b) carey III, c) carey IV, d) carey V, e) carey VI, f) carey VII fue la más pequeña con una aleta trasera mutilada y el ojo izquierdo careciente, g) lado derecho de carey VII, h) tortuga negra I juvenil, i) escamas supraoculares carecientes al lado izquierdo de tortuga negra I

b) Playas del Coco – Golfo de Papagayo

Durante los días del 22 y el 23 de julio del 2012 se muestreó en los puntos de buceo en los alrededores de Playas del Coco y el Golfo de Papagayo. Los puntos de muestreo con mayor probabilidad de capturar tortugas marinas según los bucos locales fueron Punta Argentina en Las Pelonas (punto de muestreo I; Fig. 5.5A), Cabeza de Mono (II; Fig. 5.5B) y en la bahía de Playa Virador enfrente del Hotel Four Seasons (III; Fig. 5.5C).

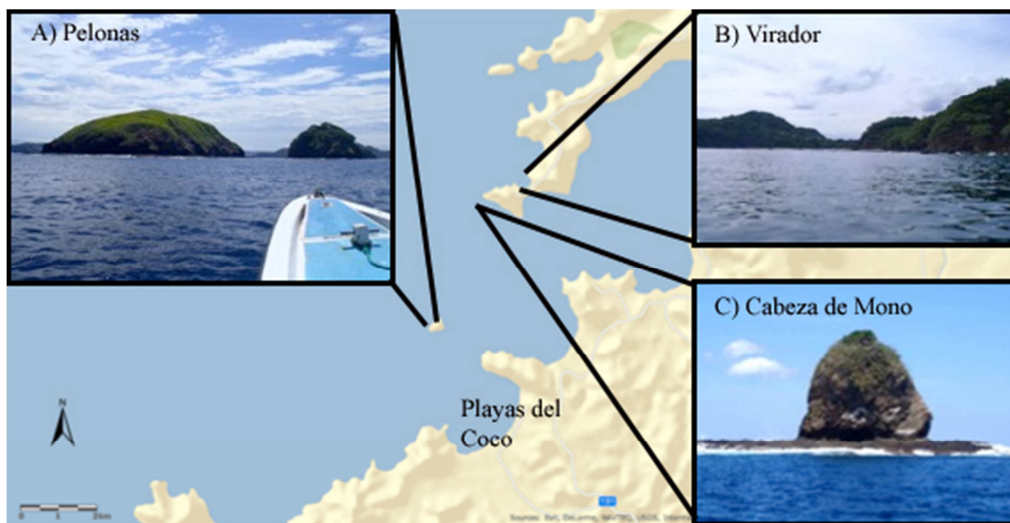


Figura 5.5. Puntos de muestreo en el Golfo de Papagayo: A) Las Pelonas (punto de muestreo I), B) Virador (II), C) Cabeza de mono (III).

Por el fuerte viento y corriente estos dos días fue imposible de poner la red el primer día, por lo cual se limitó a realizar un censo superficial entre los tres puntos de muestreo en la búsqueda de tortugas que salen del agua para respirar. Durante el recorrido y las observaciones con un esfuerzo de 6seishoras (aprox. 3 horas en cada sitio), se registró dos parejas en cópula y dos individuos entre los puntos de muestreo I y II (Fig. 5.6B), así como una pareja en cópula en punto de muestreo III (Fig. 5.6C).

El segundo día se repitió el muestreo en barco, además de poner la red en punto de muestreo I. Dos parejas de tortuga lora en cópula fueron registradas entre los puntos de muestreo I y II. Otra pareja de tortuga lora fue documentado en punto de muestro I (Fig. 5.6.A), donde además se capturó una tortuga carey juvenil de 49.6 cm LCC y 44.5 cm ACC (Fig. 5.7). Otra observación de tortuga carey se logró en punto de muestreo número II, por lo que se pudo confirmar la presencia de sitios de alimentación y de reproducción para la tortuga lora y carey. Sin embargo, reportan los guías y bucos locales la presencia de parejas de tortugas negras en mar abierta principalmente durante los meses de noviembre a marzo.

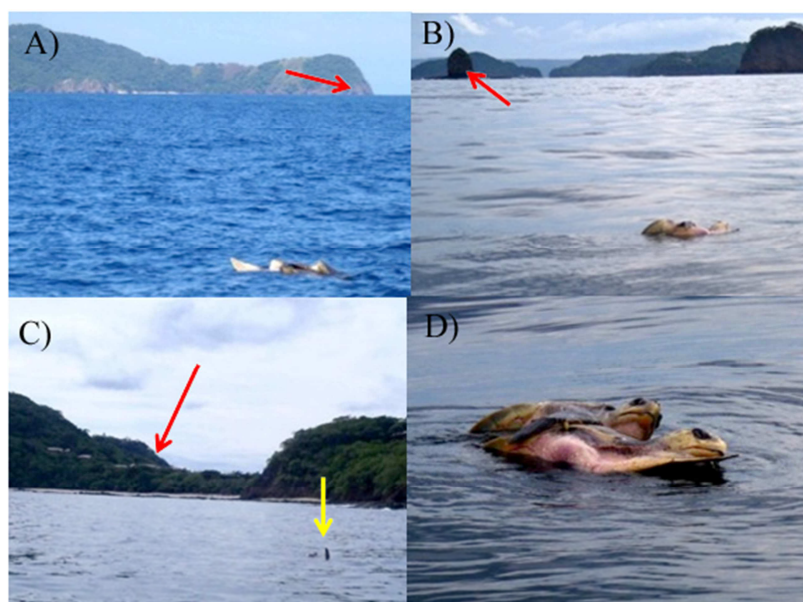


Figura 5.6. Parejas de tortuga lora en cópula: a) en Punta Argentina con vista a Punta Gorda (flecha roja), b) entre Las Pelonas y Cabeza de mono (flecha roja), c) en frente del Hotel Four Season (flecha roja), pareja de tortuga lora en cópula (flecha amarilla), d) foto de cerca de una tortuga lora en cópula flotando en la superficie

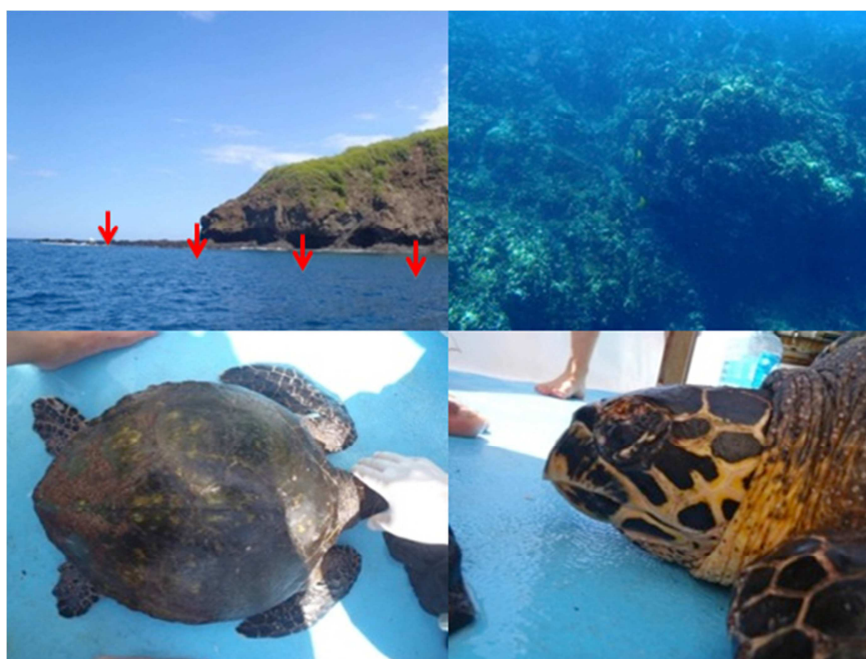


Figura 5.7. Punta Argentina en Las Pelonas: a) Red de muestreo puesta visible por las boyas rojas (flechas rojas), b) Fondo rocoso del hábitat de la tortuga carey capturada, c) leve crecimiento de algas y ausencia de epibiontes en el caparazón de la tortuga carey capturada, d) Perfil de la carey capturada.

c) Punta Pargos

Los días del 13 y 14 de marzo de este año se muestreó varios sitios en Punta Pargos, dado de que los pescadores locales expresaron frecuentes observaciones de tortugas negras, loras y carey. Por lo tanto se fijó tres puntos de muestreo, siendo en un arrecife en frente de Playa Avellanas (I), en la zona rocosa en frente del Hotel Marriott (II) y a unos 20 kilómetros más al sur en Playa Lagarto (III) (fig. 8). El primer día se colocó la red en punto de muestreo I con un esfuerzo de captura de seis horas y dado las condiciones oceánicas (fuerte oleaje, muy turbio, y corriente fuerte), punto de muestreo II solamente fue registrado snorkeleando y en intervalos desde el barco.

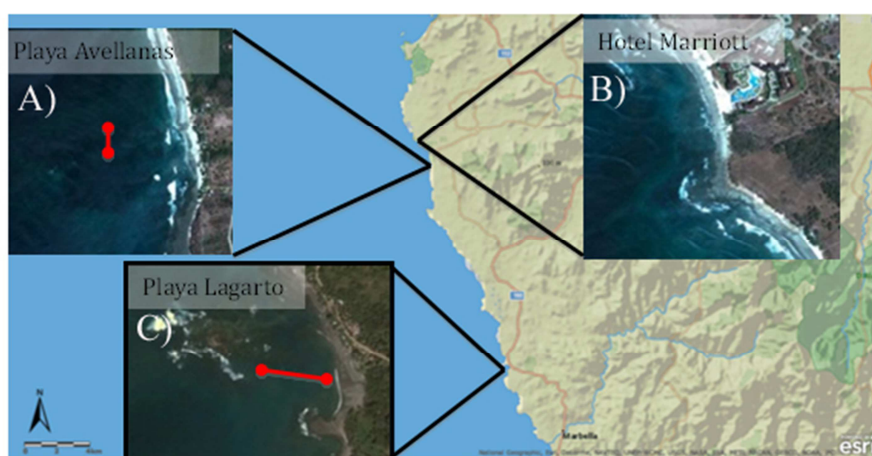


Figura 5.8. Puntos de muestreo en Punta Pargos: a) Playa Avellanas (punto de muestreo I) con posición aproximado de la red puesta (línea roja), b) en frente del Hotel Marriott Guanacaste (II), c) Playa Lagarto (III) con posición aproximado de la red puesta (línea roja).

No se observó, ni se capturó ninguna tortuga en el primer día en los puntos de muestreo I y II (Fig. 5.9A) a pesar de que los pescadores reportaron de haber observado varias cópulas de tortugas negras los días anteriores. El segundo día se colocó la red con un esfuerzo de captura 7 horas en la bahía en frente de Playa Lagarto (Fig. 5.9B) y conforme subía la marea aparecieron alrededor de cuatro tortugas carey, una de las cuales finalmente se enredó en la red y fue capturada (Fig. 5.9. C, D). Esta tortuga carey hembra fue con 60.5 cm la segunda más grande capturada y su condición corporal estuvo muy satisfactorio pesando aprox. 37 kilogramos (Fig. 5.9 D). Por su tamaño del caparazón y cola se la puede clasificar como una carey hembra subadulta. Es muy interesante notar, que los pescadores reportaron una muy frecuente presencia de las tortugas carey en esta pequeña bahía, sobre todo cuando ellos vuelven en la tarde del mar y limpian los peces,

cuyos restos son consumidos por las tortugas carey. La continua oferta de alimento tal vez sea la razón por la buena condición corporal de estas tortugas.



Figura 5.9. Punta Pargos: a) punto de muestreo I en frente de Playa Avellanas, b) Playa Lagarto (III), c) tortuga carey capturada, d) Esfuerzo en conjunto para pesar la tortuga, e) personas claves para la exitosa captura: asistente de campo Eric López (izquierda) y pescadores locales.

d) Cabo Blanco - Cabuya

Durante los días del 26 y 27 de mayo de este año se muestreó en tres punto de muestreo dentro y afuera de la Reserva Natural de Cabo Blanco (Fig. 5.10). Decidimos de muestrear algunos puntos adentro del área protegida, ya que es evidente la vulnerabilidad de la zona marítima de la Reserva Natural, que se ve amenazada por las frecuente, sino continua presencia de barcos de pesca deportiva, pesca turística o local-artesanal, sobre todo alrededor de Isla Cabo Blanco. Según los pescadores, a pesar de ser una actividad ilegal, no existe ningún

respeto por el área protegido marítima por parte de estos pescadores, ya que no se presenta algún control.

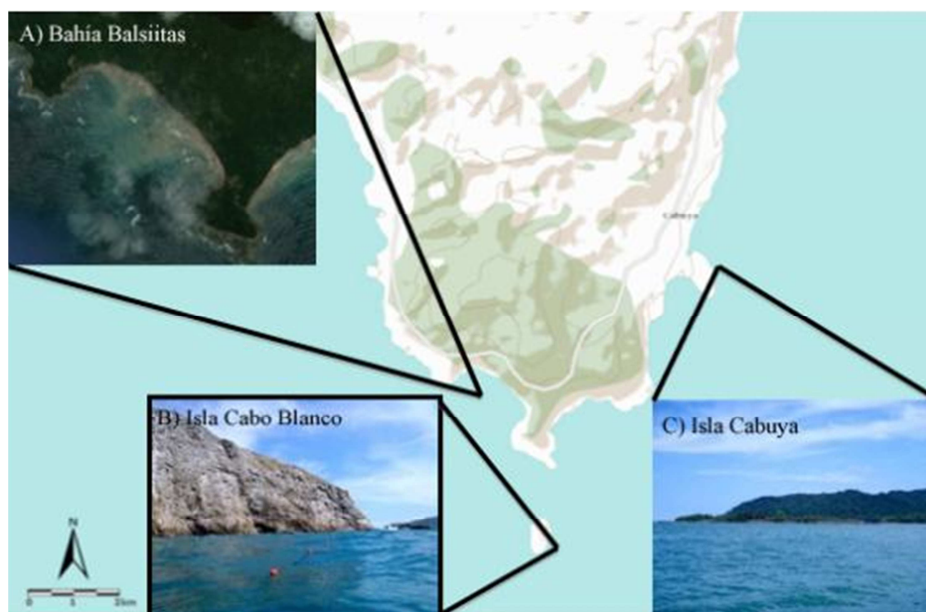


Figura 5.10. Punto de muestreo en Cabo Blanco: a) Bahía Balsitas (punto de muestreo III), b) Isla Cabo Blanco (II), c) Isla Cabuya (I) afuera de los límites de la Reserva Natural

El primer día se colocó la red con un esfuerzo de captura de 6 horas en Isla Cabuya y se capturó casi de inmediato una tortuga carey de 70.5 cm LCC y 60.0 ACC, siendo la más grande capturada y representable para una hembra adulta (Fig. 5.11. C, D). Durante un recorrido se observó otra tortuga carey en Isla Cabo Blanco y una tortuga negra en la punta sur de Isla Cabuya. El segundo día se colocó la red en Isla Cabo Blanco con un esfuerzo de captura de 3 horas, dado de que este día el viento y la corriente aumentaron significativamente, haciendo imposible una prolongada puesta de red en la Isla o en punto de muestreo III. No se observó, ni captura ninguna tortuga en los puntos de muestreo II y III este día, pero si se observó otra tortuga carey cerca de Isla Cabuya. Es muy importante tomar en cuenta, que los pescadores documentaron de una alta pesca incidental en los trasmallos puestas al norte de Isla Cabuya en la desembocadura del Río Lajas ($09^{\circ}61.288$ N, $85^{\circ} 07.371$ O, Fig. 5.11B), que constituyen principalmente de tortugas carey juveniles. A la tortuga carey capturada y las observaciones documentadas hay que sumar tres tortugas negras y una tortuga carey con tamaños de juveniles (3) de adulta (1) que fueron capturados a mano libre (con equipo de buceo) en el año 2011 por un muestreo esporádico de PRETOMA (datos no publicados).

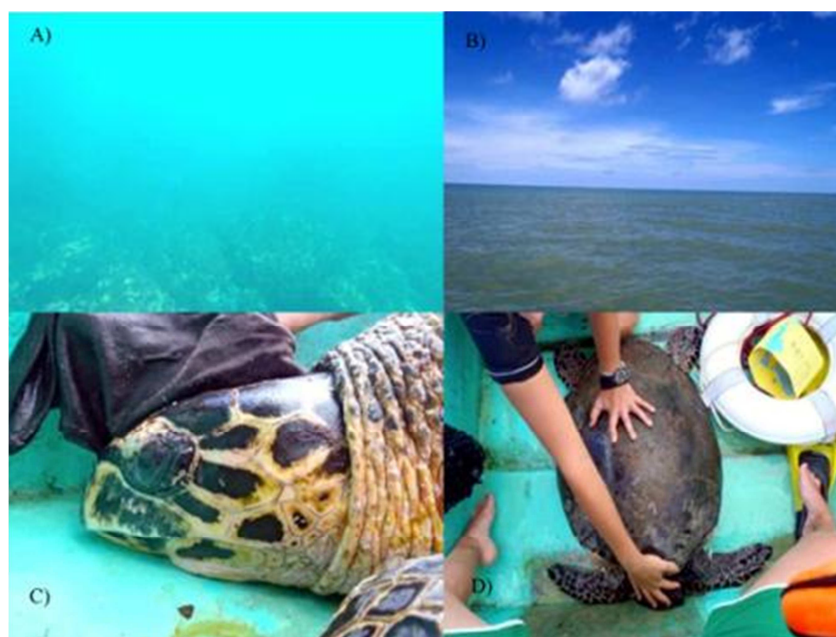


Figura 5.11. Hábitat de tortugas marinas en Cabo Blanco: a) fondo rocoso turbio de fuerte corriente en la Isla Cabo Blanco, b) agua turbio en la desembocadura del Río Lajas, c) perfil de la tortuga carey capturada, d) vista del caparazón de la tortuga carey capturada.

En este estudio además se tomó en cuenta el único sitio de forrajeo previamente muestreado en el Pacífico Norte de Costa Rica, siendo Punta Coyote. Durante los años 2009 – 2010 se realizó un muestreo con un esfuerzo de 200 horas en total, con un promedio de seis horas diarias en que se capturaron 12 tortugas carey y tres tortugas negras (Carrión-Cortez 2010). Entre marzo y abril del 2011 nuevamente se muestreó por 16 días con un esfuerzo promedio de seis horas por día y se capturaron cinco tortugas carey (Canales-Cerro 2011). Los habitantes locales documentan avistamientos de la tortuga negra y lora, sobre todo en sus respectivos meses de reproducción, mientras que la magnitud del esfuerzo de captura empleado en los dos estudios indica a representar la totalidad de tortuga carey en este sitio, lo cual es apoyado por varios eventos de recaptura (Carrión-Cortez 2010, Canales-Cerro 2011). Al comparar los CPUEs para los distintos sitio, se refleja la predominancia de la tortuga carey en los sitios de forrajeo, mientras que esta especie es la menos representada en las playas de anidamiento (cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Resumen de todas las tortugas capturadas por sitio (expresadas en # total de los individuos / # de horas muestreados en el punto de muestreo). Las observaciones se refieren a especímenes no capturados con la red, como individuos o parejas en copula. Se indica con presencia (X) y ausencia o sin datos (-), dado de que el tiempo de este monitoreo variaba constantemente entre los sitios de muestreo.

Sitio de muestreo	Especies	# Tortugas (CPUE)	Observaciones (adicional)
Santa Elena	<i>C. m.</i>	0.08	X
	<i>E. i.</i>	0.58	X
	<i>L.o.</i>	-	X
Playas del Coco	<i>E. i.</i>	0.16	X
	<i>L.o.</i>	-	X
	<i>C.m.</i>	-	X
Punta Pargos	<i>E.i.</i>	0.16	X
	<i>C.m.</i>	-	X
	<i>L.o.</i>	-	X
Punta Coyote	<i>E.i.</i>	0.057	-
	<i>C.m.</i>	0.015	X
	<i>L.o.</i>	-	X
Cabo Blanco	<i>E.i.</i>	0.16	X
	<i>C.m.</i>	-	X
	<i>L.o.</i>	-	X

5.2.5. Discusión

Por primera vez se realizó en lo presente una investigación que une todos los datos colectados por las organizaciones estatales y no-gubernamentales en las playas de anidamiento en el Pacífico Norte. Además fueron combinados con nuevos datos sobre la abundancia de las tortugas marinas en los sitios de forrajeo para así obtener una distribución espacial de estos dos sitios más importantes en el ciclo vital de las tortugas marinas.

Hay que tomar en cuenta que los datos utilizados en el presente informe corresponden muchas veces a temporadas distintas, y que la presencia de cada especie de tortuga marina se limita a su respectiva temporada de anidamiento. Debido a la variabilidad regional de estas temporadas de anidamiento para algunas especies, la escasez de datos publicados para Costa Rica y la inconsistencia de los intervalos de muestreo empleados por cada organización, el número de anidamientos por playa debe ser considerado como aproximado.

Para la tortuga negra, la temporada de anidamiento tiene su pico entre los meses de noviembre y marzo (Fonseca *et al.* 2011), aunque en la playa de Nombre de Jesús se reporta probables anidamientos a través de todo el año (Blanco *et al.* 2011). Esta temporada no es cubierto por todos los organizaciones, por lo que la presencia de la tortuga negra en el Pacífico Norte probablemente es mayor a lo indicado.

La tortuga lora es la especie de mayor frecuencia de casi todas las playas de anidamiento y cuya temporada de anidamiento se extiende según los informes analizados en esta investigación desde julio a diciembre (Viejobueno *et al.* 2011, Fonseca *et al.* 2011). La tortuga baula, que probablemente ha experimentado unas de las reducciones poblacionales más significativas (Spotila 2000), anida entre los meses de setiembre y enero principalmente en Playa Naranjo, Playa Grande y Langosta. Para Costa Rica no existe ninguna información publicada sobre el anidamiento de la tortuga carey en Costa Rica. Sin embargo, existen reportes por organizaciones trabajando en El Salvador, que determinaron el intervalo de anidamiento entre los meses de abril hasta octubre con un pico en junio y agosto (Liles y Vásquez 2010). La tortuga carey estuvo declarada extinta en el Pacífico Oriental hasta que se descubrió una playa de anidamiento en El Salvador y con ello inició una búsqueda intensiva a otras playas y sitios de forrajeo (Gaos 2008). Mientras que la tortuga negra y carey evidentemente están asociadas a los ecosistemas y hábitats costeros a través de la mayoría de su ciclo vital, la tortuga lora y baula se caracterizan por ser mucho más pelágicas (Hirth 1997). La tortuga baula en particular visita en intervalos de hasta siete años sus playas de anidamiento para devolverse a los giros del Pacífico Sur (Shillinger *et al.* 2008) y por lo tanto casi nunca se observa cerca de la costa. Las pocas hembras anidadoras reportadas en los años recientes disminuye esta probabilidad aún. La tortuga lora no sólo es la especie más representativa en casi todas las playas de anidamiento, sino también muestra el fenómeno de las “arribadas”, en que miles de tortugas depositan sus huevos en la misma playa en un intervalo de pocos días (Hughes y Richard 1974). Típicamente esta especie se encuentra copulando al frente o cerca de sus playas de anidamiento durante sus temporadas de anidamiento (Morreale *et al.* 2007), que es cuando se puede observar cerca de la costa a pesar de preferir el hábitat pelágico.

A base de esta información, le logró sintetizar los siguientes datos para cada área de interés en el Pacífico Norte de Costa Rica:

- a) **Santa Elena:** El sitio de alimentación al norte de la península de Santa Elena es el más importante reportado para el Pacífico Oriental según el número de CPUE para la tortuga carey Gaos com. pers.). Según los tamaños de caparazón de los especímenes muestreadas, esta bahía puede servir como un refugio y sitio de desarrollo de los juveniles, más como utilizarlo como de paso, tal como sería el caso de las tortugas negras que ocurren allí. El número de tortugas negras, sobre todo las observadas, permite por lo tanto sugerir que este sitio también sirve como sitio de alimentación para adultos y probablemente para la reproducción. La cercanía del lado norte de Santa Elena a Nicaragua significa una amenaza para estas poblaciones juveniles de tortuga carey, ya que no se puede excluir la posibilidad de que éstas no migren a través de la frontera, donde comúnmente se practica la pesca de dinamita además de la caza de carey para fines artesanales. Según las personas locales y observaciones casuales, existe la posibilidad de que hayan más bahías en la costa de Santa Elena, que sirvan como refugio y sitio de desarrollo para las tortugas marinas. La playa de anidamiento en las islas Murciélagos tiene gran potencial de ser unos de los sitios más importantes para la tortuga negra en el Pacífico de Costa Rica, y las playas protegidas de Nancite y Playa Naranjo son sitios importantes para la anidación de las cuatro especies de tortugas marinas y son relativamente seguros ante el saqueo ilegal de los nidos debido a que se encuentran dentro de los límites del parque nacional Santa Rosa. Dado los altos números de anidamiento en las playas protegidas de Nancite y Playa Naranjo (y probablemente en las Islas Murciélagos), se puede asumir una fuerte circulación de tortugas marinas a lo largo de la costa durante sus respectivos meses de desove (Fig. 5.12).

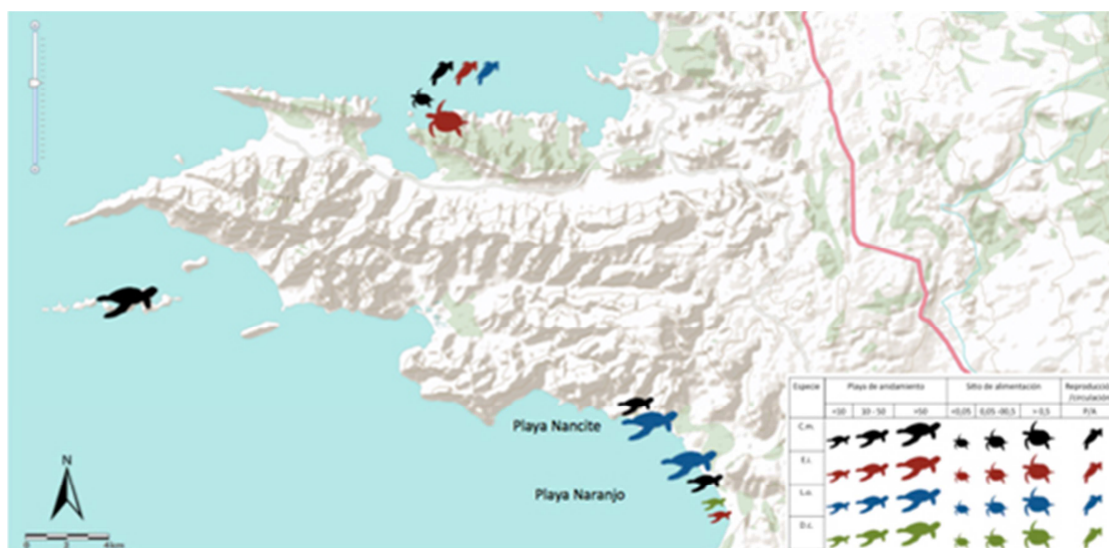


Figura 5.12. Mapa del norte de la península de Santa Elena indicando los sitios de forrajeo/reproducción y playas de anidamiento de este análisis. Leyenda: valores en playas de anidamiento se basan en el número de hembras estimadas durante el intervalo de muestreo, el número en los sitios de alimentación corresponde a los CPUE expuestas en el cuadro 5.2. Tortugas en sitios de reproducción o circulación están expresados en presencia y ausencia.

b) **Papagayo:** A lo largo de la costa del Golfo de Papagayo se presentan las playas de anidamiento para las tortugas negras más importantes del país (Blanco 2011, Blanco y Santidrián 2011), ninguna de las cuales está incluida en alguna categoría de protección y según los buzos y locales son sujetos a un fuerte esfuerzo de saqueo de huevos. La densidad de playas de anidamiento de la tortuga negra implica una fuerte circulación de individuos en reproducción durante los meses de desove, lo cual es apoyado por reportes de buzos locales. A pesar de que no existe ninguna categoría de protección en la embocadura de Bahía Culebra y la pesada y continua presencia de botes y buzos turísticos, es fácil observar una tortuga carey en estos hábitats. No existen ningunas medidas de protección en los sitios de buceo, según los bucos mismos, el manejo irresponsable de algunas agencias, la actividad no contralada de pescadores y las actividades contaminantes relevantes con el mantenimiento de los barcos en Playas del Coco presenta una amenaza fuerte a la biodiversidad local. Aunque aparentemente haya mucha presencia de la INCOPESCA durante los días de la semana, de noche y los fines de semana se da mucha pesca ilegal (incluso con trasmallos) con altas incidencias con la tortuga carey, cuyas conchas posteriormente son trabajados e incluso vendidos en las tiendas turísticas de Playas del Coco. La cercanía de esta área hacia el Parque Nacional Santa Rosa permite indicar a una conexión entre estas poblaciones de tortuga

marinas, lo cual ha sido confirmado en el caso de la tortuga negra, donde algunos individuos fueron “reobservados” en distintas playas de anidamiento durante sus respectivos eventos de anidación sucesivos (Fig. 5.13).

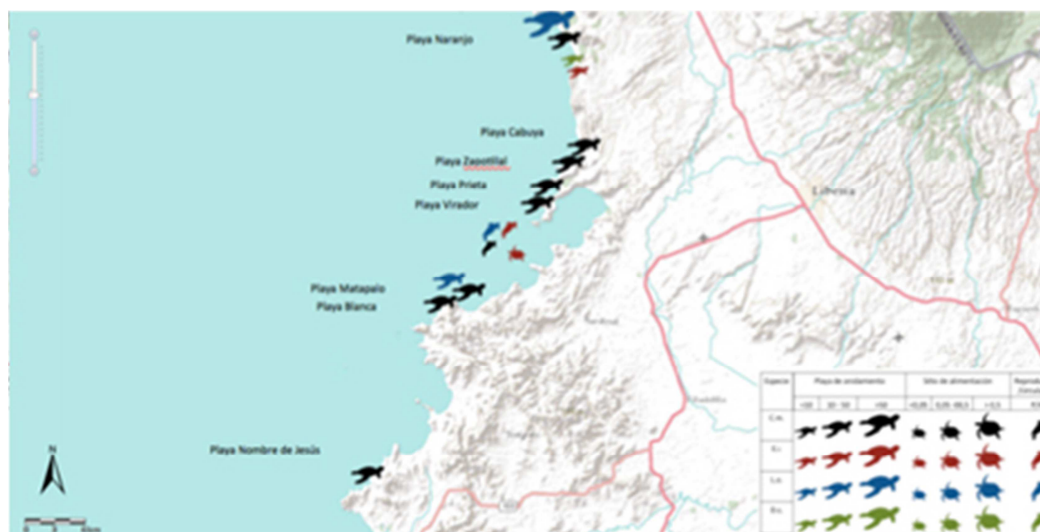


Figura 5.13. Mapa del norte de Punta Gorda, Playas del Coco y el Golfo de Papagayo indicando los sitios de forrajeo/reproducción y playas de anidamiento de este análisis. Leyenda: valores en playas de anidamiento se basan en el número de hembras estimadas durante el intervalo de muestreo, el número en los sitios de alimentación corresponde a los CPUE expuestas en el cuadro 5.2. Tortugas en sitios de reproducción o circulación están expresadas en presencia y ausencia.

- c) **Punta Gorda – Punta Pargos:** Existe una densidad de playas de anidamiento no protegidas para al menos tres especies de tortugas marinas alrededor de Punta Pargos (Fig. 5.14), y por consecuencia se da una alta circulación de ellas durante los respectivos meses de desove como es apoyado por los pescadores. Los pescadores mismos reportan un gran esfuerzo para el saqueo de los nidos de tortugas marinas anidadoras en todas las playas, lo cual por parte es reducido durante el monitoreo de la organización Sea Turtles Forever, quienes están presentes en cuatro de estas playas por al menos ocho meses del año. Existen numerosos parches de arrecifes a lo largo de la costa rocosa de Punta Pargos, así como una gran cantidad de pequeñas bahías protegidas, las cuales evidentemente sirven para la protección y la alimentación de las tortugas marinas durante su desarrollo o los meses no reproductivos. A pesar del gran esfuerzo pesquero (incluso con trasmallo) y la frecuente pesca incidental de las tortugas marinas en la región, ha sido sorprendente el número de tortugas carey observados en sólo pocas horas. Según las comunicaciones con la gente local, una de la mayor amenaza representará el plan de desarrollo para esta zona, que implica un fuerte desarrollo turístico de la zona, incluyendo dentro de la milla marítima.

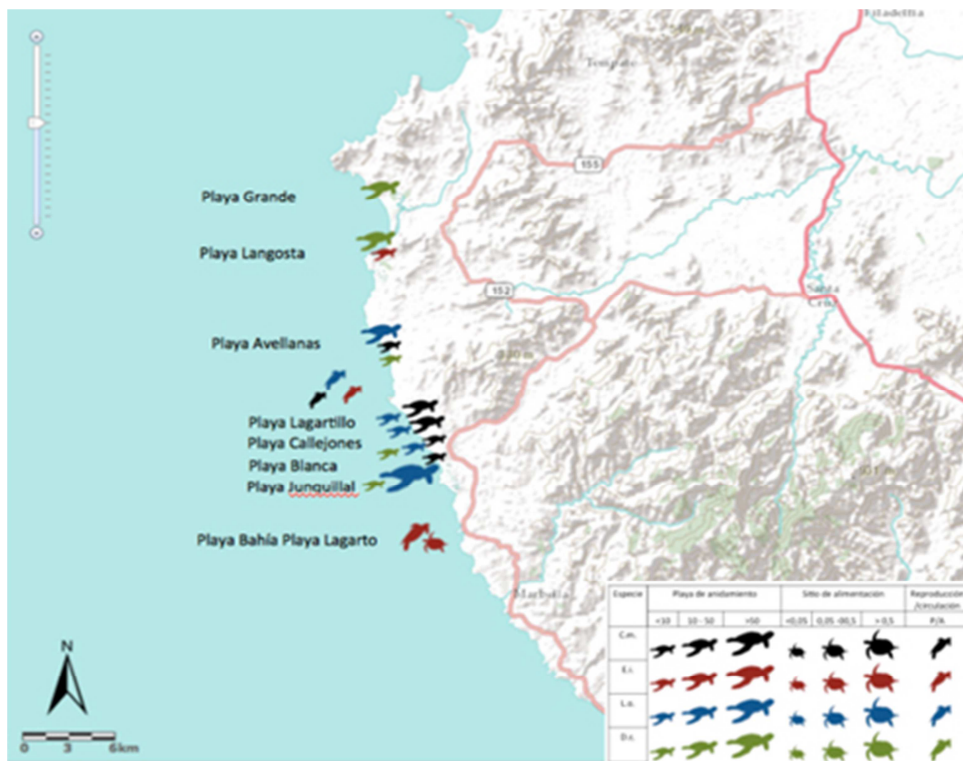


Figura 5.14. Mapa del sur de Punta Gorda y Punta Pargos indicando los sitios de forrajeo/reproducción y playas de anidamiento de este análisis. Leyenda: valores en playas de anidamiento se basan en el número de hembras estimadas durante el intervalo de muestreo, el número en los sitios de alimentación corresponde a los CPUE expuestas en el cuadro 5.2. Tortugas en sitios de reproducción o circulación están expresadas en presencia y ausencia.

- d) **Cabo Blanco:** Es aparente el gran vacío de sitios de anidamiento y/o de alimentación entre Cabo Blanco y Punta Coyote, o la falta de exploración de la misma (Fig. 5.15). La Reserva Natural de Cabo Blanco es un sitio de paso para al menos tres especies de tortugas marinas, las cuales se ven amenazadas por la pesca incontrolada e ilegal en la zona marítima. Isla Cabuya sirve de sitio de paso para tortugas carey y negras, así como para las tortugas loras que anidan en las playas cercanas. Es importante notar, que las playas de anidamiento indicadas representan unas de las pocas playas de anidamiento para la tortuga carey, siendo playa Montezuma la que no está protegida. Los bajos números de estos eventos sin embargo dejan asumir, que existen otras playas cercas en donde la tortuga carey anida. Existe un fuerte esfuerzo de pesca con trasmallo que evidentemente ha disminuido el número de tortugas juveniles, si se apoya en los números de pesca incidental documentados por los pescadores, sobre todo en la desembocadura del Río Lajas al norte de Cabuya.

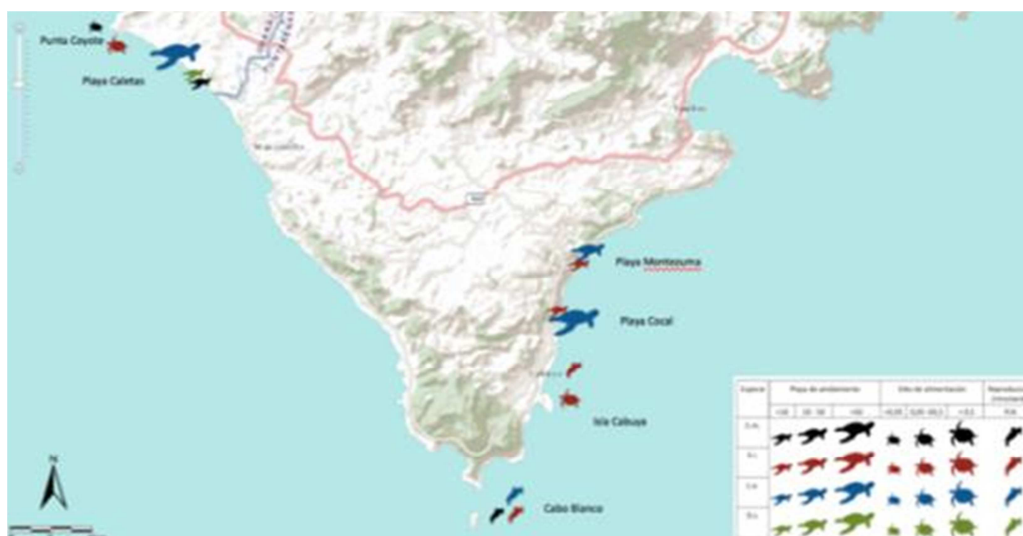


Figura 5.15. Mapa de Cabo Blanco indicando los sitios de forrajeo/reproducción y playas de anidamiento de este análisis. Leyenda: valores en playas de anidamiento se basan en el número de hembras estimadas durante el intervalo de muestreo, el número en los sitios de alimentación corresponde a los CPUE expuestas en el cuadro 5.2. Tortugas en sitios de reproducción o circulación están expresadas en presencia y ausencia.

5.2.6. Conclusiones

Con el análisis de los datos provistos por la gran mayoría de las organizaciones dedicadas a la conservación de tortugas marinas en el Pacífico Norte, por primera vez se logra tener una mejor vista en forma de mapas a todas las playas de anidamiento existentes y las frecuencias con que son visitados por las cuatro especies de tortugas marinas. Esta sincronización de datos y su unión con las observaciones de tortugas en sitios de alimento o de reproducción a lo largo de la costa permite estimar si existe una conexión entre estos sitios, y según el grado de protección que reciben, sugerir nuevas estrategias de conservación para asegurar la conectividad vital para estas especies en peligro de extinción. Lamentablemente no existe una concordancia en los intervalos de muestreo de las distintas organizaciones, lo que hace difícil una correcta comparación. Con el análisis de los datos provistos por la gran mayoría de las organizaciones dedicadas a la conservación de tortugas marinas en el Pacífico Norte, por primera vez se logra tener una mejor vista en forma de mapas a todas las playas de anidamiento existentes y las frecuencias con que son visitados por las cuatro especies de tortugas marinas. Esta sincronización de datos y su unión con las observaciones de tortugas en sitios de alimento o de reproducción a lo largo de la costa permite estimar si existe una conexión entre estos sitios, y según el grado de protección que reciben, sugerir nuevas estrategias de conservación para asegurar la

conectividad vital para estas especies en peligro de extinción. Lamentablemente no existe una concordancia en los intervalos de muestreo de las distintas organizaciones, lo que hace difícil una correcta comparación.

Asimismo se puede concluir, que la mayoría de las principales playas de anidamiento para la tortuga baula y lora reciben protección debajo de alguna categoría de manejo, mientras todas las playas aparentemente esenciales para la sobrevivencia de la tortuga negra no están incluidas en ningún área protegida, excepto en las Islas Murciélagos. Lo mismo cuenta para los sitios de forrajeo y de desarrollo. A pesar de que no reciben ningún tipo de protección, estos sitios muchas veces se encuentran cerca o dentro de las zonas de alto interés pesquero, sea artesanal o comercial. Estos sitios muchas veces abarcan varias clases de edades de la tortuga negra y carey, por lo que su protección es esencial para la sobrevivencia de especie en esta región del Pacífico. Último cuenta con particular importancia para la bahía de Playa Matapalito al norte de la península de Santa Elena. Como sitios de reproducción se debe considerar toda el área que rodea alguna playa de anidamiento, principalmente entre las cinco millas de la costa.

5.2.7. Recomendaciones generales

- Estandarizar las metodologías de investigación de las entidades encargadas en el monitoreo de las tortugas marinas en las playas, ya que algunas organizaciones solamente están realizando sus actividades durante un determinado intervalo de tiempo. En el caso de Sea Turtles Forever en las playas de Punta Pargos, por ejemplo no hay ninguna presencia durante algunos meses del desove de la tortuga lora (julio – noviembre). De manera semejante, realiza la organización PRETOMA el muestreo solamente desde julio a diciembre, lo cual por lo tanto puede disminuir el número de tortugas negras y baulas observadas.
- Además debería estandarizarse el registro de los datos en los informes anuales para el MINAE, cuya variación implica alguna incerteza durante la comparación de estos.
- Evidentemente se requiere mayor investigaciones en sitios de alimentación y de forrajeo.

Recomendaciones de conservación

Santa Elena

- La conectividad hacia Santa Elena y las Islas Murciélagos de al menos tres especies de las tortugas marinas permiten sugerir la creación de una extensa área protegida marítima anexo al Parque Nacional Santa Rosa o como Corredor Biológico Marino.

- Se requiere más estudios para establecer la importancia regional del sitio de alimentación en la Bahía de Playa Matapalito y de las Islas Murciélagos
- Se recomienda y suplica de extender el área protegida hacia la zona marítima de Santa Rosa en toda la extensión que se pueda, sobre todo hacia el norte.

En Playas del Coco –Golfo de Papagayo

- Se recomienda analizar la factibilidad de iniciar programas de conservación (como La Bandera Azul) con las comunidades, crear áreas de manejo para la pesca local responsable, y categorías de protección para los puntos de buceo que tomen en cuenta a la capacidad de carga en vista a las visitas de los buzos.
- Las playas de anidamiento de la tortuga negra probablemente de mayor importancia para el país y por lo tanto para la región no están protegidas por lo que se da un saqueo incontrolado de los huevos. La creación de áreas protegidas con subsiguiente protección y monitoreo son necesarias para evitar la degradación de la población.

Punta Gorda – Punta Pargos

- Se requiere más estudios en las bahías y los parches de arrecife de la zona para poder establecer la importancia de los hábitats y de las poblaciones de tortugas marinas que protegen
- Dado la vulnerabilidad por el esfuerzo pesquero y sobre el saqueo de los nidos en las playas de anidamiento, se recomienda fuertemente de iniciar programas de conservación y protección constantes, así como de crear un área o áreas de manejo para controlar y manejar el esfuerzo pesquero y por ende proteger a las tortugas marinas en migración de desarrollo o de reproducción.

Cabo Blanco

- Se sugiere desarrollar un área de manejo de pesca responsable adyacente a los límites noreste de la Reserva Natural de Cabo Blanco
- Se requiere mayor investigación sobre la abundancia de tortugas marinas juveniles en la desembocadura del Río Lajas, ya que los datos presentes se basan exclusivamente en las observaciones de los pescadores y no se pudo comprobar en las visitas del campo.

5.3. Peces Pelágicos

5.3.1. Introducción

El Pacífico Norte de Costa Rica es una zona con gran variedad de ambientes costeros, desde playas arenosas y rocosas hasta arrecifes, manglares y pastos marinos (Fonseca 2006). Además, en esa zona donde se da el afloramiento costero más rico de Costa Rica, que trae una alta productividad primaria y secundaria en la época seca (Jiménez y Cortés 2003). Fonseca (2006) cataloga el área del Golfo de Papagayo como un punto caliente en la diversidad de hábitats disponibles para muchos organismos marinos como peces.

Existe gran diversidad de peces en el Pacífico costarricense. Bussing y López (2009) estiman que existen más de 800 especies de peces desde la costa hasta la Isla del Coco, entre los 0 a 200 m de profundidad. De nuestro conocimiento, no existe específicamente para el Pacífico norte costarricense una publicación sobre la diversidad total de especies de peces. La mayoría de los trabajos de peces del Pacífico norte se enfocan en la descripción de las comunidades de peces presentes en arrecifes (Dominici *et al.* 2005, Espinoza y Salas 2005).

Los principales usos que proporcionan los peces en el Pacífico Norte son el turismo (buceo recreativo, snorkeling, pesca deportiva), la pesca comercial (artesanal, de arrastre, buceo por compresor, pesca de peces ornamentales) y la conservación (Bahía Junquillal, Parque Nacional Santa Rosa, Parque Nacional Las Baulas, Ostional, Caletas-Arío, Reserva Biológica Absoluta Cabo Blanco). Muchas de estas actividades compiten entre sí por el recurso, ya que sus fines se oponen.

En los últimos 30 años, la pesquería artesanal de especies demersales y pelágicas ha crecido debido a cambios estructurales en la producción del país. Mientras que la consecuente alta tasa de desempleo provocó una migración hacia zonas costeras. En la actualidad, la zona norte (desde Cabo Blanco hasta Nicaragua) es una de las zonas más importantes para la pesquería artesanal de recursos demersales y pelágicos en Costa Rica (Nanne 2003). Dentro de la pesquería artesanal se utilizan varios artes de pesca, incluyendo palangre, transmallo, cuerda, y línea (PROAMBIENTE 1999).

El aumento en la cantidad de pescadores ha creado una gran presión sobre los recursos costeros en la zona (Nanne 2003). Sin embargo, se han realizado pocos estudios pesqueros en la zona. Existen muchos vacíos de información con respecto a la diversidad de peces en general y el estado de los recursos pesqueros.

5.3.2. Objetivos

- Identificación y descripción de los sitios de pesca para especies como el pargo, congrio, cabrilla, que son utilizados en su mayoría por las comunidades costeras y por la flota palangrera.
- Identificación del estado de conservación de especies pelágicas de interés en la pesca deportiva.
- Identificación y descripción de los sitios utilizados para el buceo subacuático, principalmente en el Pacífico norte y Cabo Blanco y el conflicto entre buceo de pesca con compresor y buceo recreativo scuba.

5.3.3. Metodología

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos se realizaron tres tipos de actividades:

1) Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión de toda la información disponible publicada (informes técnicos y publicaciones científicas) sobre pesquerías en el Pacífico Norte (artesanal, deportiva, con compresor, de ornamentales, a pulmón) relacionada a sitios de pesca, especies utilizadas, estado de conservación de las especies y sitios de buceo subacuático.

2) Análisis de bases de datos del Museo de Zoología, UCR

Se realizó una revisión de todas las especies de peces depositadas en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica recolectadas en la zona del Pacífico Norte desde Cabo Blanco hasta Bahía Salinas. A cada especie se le determinó si presenta importancia comercial y las que sí tuvieron fueron catalogadas según su uso: a) pesquerías (consumo humano, carnada para pesca), b) pesca deportiva o c) como atractivo en buceo recreativo.

3) Trabajo de campo.

Se realizaron dos giras de campo del 22 al 25 de Marzo y del 14 al 17 de Junio de 2012 en las cuales se visitaron 7 sitios donde se realizan actividades pesqueras: Playas del Coco, Cuajiniquil, Ocotal, Coyote, Cabuya, Montezuma y Malpaís. En cada sitio se realizaron las siguientes actividades (ver Resultados para las actividades específicas en cada sitio): conversaciones con pescadores artesanales, visitas a recibidores de pescado, visitas a centros de buceo, visitas a centros que ofrecen servicios de pesca deportiva y conversaciones con personas involucradas en conservación y entidades gubernamentales (INCOPESCA, MINAET) presentes en cada sitio.

5.3.4. Resultados

Como se indicó en el apartado de metodología se visitaron 7 sitios del Pacífico Norte en que se llevan a cabo actividades pesqueras.

Sitios Visitados

Playas del Coco: Se realizaron conversaciones con las siguientes personas/empresas: 1) empresa de turismo de buceo ponydivers.com, 2) empresa de turismo de pesca deportiva GATO Tours, 3) recibidor Delimar, 4) recibidor Papagayo Alimentos del Mar, 5) recibidor Frumar, 6) Rosario Brenes Madrigal (antiguo pescador de Playas del Coco), 7) un pescador de buceo a pulmón de Playas del Coco, 8) Entrevista con Luis González de INCOPECA de Playas del Coco y 9) Entrevista con Mackli Jimenez (Gerente de la ACPAAAG).

Cuajiniquil: Se realizaron conversaciones con las siguientes personas/empresas: 1) pescadores presentes en el muelle principal en Cuajiniquil, 2) Recibidor PMT, 3) Recibidor Marcimar S.A, 4) pescadores en el recibidor RCC Pto Vega, 4) Mainor Lara (reconocido dirigente local y única persona que trae turismo para buceo, principalmente extranjeros).

Ocotál: Se realizó una conversación en el centro de buceo turístico Rocket Frog Divers con Nereida Agüero.

Coyote: Se realizaron conversaciones con 1) Ricardo Campos y 2) Leonel Solórzano que son recibidores de pescado de la zona, 3) Erick López de PRETOMA y con 4) pescadores y lujadores presentes en el Puerto de Coyote.

Cabuya: Se conversó con las siguientes personas/empresas: 1) conversación telefónica con Lara Anderson, 2) Olivier Valverde que es pescador y recibidor local, 3) Guadalupe Briceño (ex –guardaparques de Cabo Blanco).

Montezuma: Se conversó con las siguientes las siguientes empresas de buceo turístico: 1) Zuma Tours, 2) Proyecto Montezuma y 3) Montezuma Expeditions.

Malpaís: Se conversó con pescadores presentes en el embarcadero del pueblo, dentro de los cuales podemos mencionar a: 1) Álvaro Rodríguez y 2) Monsieur Julián.

Pesca Industrial

Existen dos sitios en donde se realiza la pesca industrial en el Pacífico Norte: Cuajiniquil y Playas del Coco. Ambas comunidades cuentan con una mayor infraestructura pesquera en comparación con las comunidades que únicamente practican la pesca artesanal. Por ejemplo, cuentan con una mayor cantidad de recibidores, fábricas de hielo y la carnada es más accesible.

La pesca industrial utiliza en su mayoría el palangre o línea larga, compuesta por una línea madre de 20-40 km, con 500-1000 anzuelos circulares (#14, 15) colocados cada 25 m. La carnada utilizada son las sardinas, el calamar o peces de bajo valor capturados por la misma embarcación. Los sitios de pesca utilizados se encuentran de 40 a más de 200 millas de la costa en aguas internacionales. Las especies objetivo principales son el dorado, picudos, espada y tiburones (Arauz *et al.* 2007).

Cuajiniquil: Existen aproximadamente 20 embarcaciones industriales en Cuajiniquil, que pescan con palangre cerca de la Isla del Coco y en aguas internacionales. Por lo general, las faenas de pesca duran entre 20 y 30 días. Las especies más capturadas son dorado, tiburón (*C. falciformis*), martillo, vela, espada y atún. Sin embargo, también reciben el marlin (rosado, blanco). Las capturas de dorado han disminuido, y la última temporada buena fue en diciembre 2009-enero, febrero 2010.

Playas del Coco: La flota industrial en Playas del Coco también se dedica a los recursos pelágicos como dorado, atún, vela y espada. Al igual que los pescadores de Cuajiniquil, tienen que pescar en aguas internacionales por la baja abundancia de las especies objetivo en aguas costarricenses.

Un estudio realizado en 2005-2006 determinó que la especie más capturada por esta flota fue el dorado, que compone el 65% de las descargas seguido por los tiburones que representaron un 13% de las descargas (*Carcharhinus falciformis* 95% de los tiburones, *Alopias pelagicus*, *S. lewini*, *Pseudocarcharias kamoharai*, *C. limbatus*, *Alopias superciliosus*). Algunas especies de menor importancia fueron el pez vela (*Istiophorus platypterus*), marlin blanco (*Makaira mazara* y *M. indica*), atunes (*Thunnus* spp.) y marlin rosado (*Tetrapturus audax*) que representaron el 8%, 5%, 4% y 4% de las descargas. El wahoo (*Acanthocybium solandri*) y el pez espada (*Xiphias gladius*) representaron solamente el 0.6% de las descargas (Arauz *et al.* 2007). Estos productos se venden a precios elevados alrededor de 7 mil colones el kilo. Existen varios recibidores grandes de pescador en Playas del Coco: Iván Rodríguez-Delimar, BMT, Papagayo Seafood y FRUMAR.

Pesca Artesanal

En los últimos 30 años, la pesquería artesanal de especies demersales y pelágicas ha crecido debido a cambios estructurales en la producción del país. La consecuente alta tasa de desempleo provocó una migración hacia zonas costeras. En la actualidad, la zona norte (desde Cabo Blanco hasta Nicaragua) es una de las zonas más importantes para la pesquería artesanal de recursos demersales y pelágicos en Costa Rica (Nanne 2003).

En el Pacífico Norte, existen más de 15 comunidades de pescadores artesanales: Cuajiniquil, Playa del Coco, Brasilito, Tamarindo, Lagarto, San Juanillo, Playa las Peladas, Playa Guiones, Playa Garza, Samara, Puerto Carrillo, Playa Bejuco, Playa Carrillo, Playa Mal País, Playa Cabuya (PROAMBIENTE 1999). Las zonas de desembarque más importantes dentro del Pacífico norte son Cuajiniquil y Playas del Coco (Espinoza 2006). Dentro de la pesquería artesanal se utilizan varios artes de pesca, incluyendo palangre, transmallo, cuerda, y línea (PROAMBIENTE 1999).

La pesquería artesanal es multi-específica, y captura corvinas, pargos, meros, cabrillas, tiburones, congrio, dorado, sardinas y camarones. Los tiburones representaron el 58% de las capturas en el Pacífico norte entre 1988 y 1997 (Estado de la Nación 2002). En Nosara y Playas del Coco existen grupos de palangreros que ocasionalmente dirigen la pesca hacia los tiburones. Las especies capturadas son (*C. limbatus*, *C. falciformis* y *R. longurio*) (PROAMBIENTE 1999). La mayoría de los tiburones fueron capturados por la flota pesquera artesanal media y avanzada (Estado de la Nación 2002), utilizando palangre y transmallo (PROAMBIENTE 1999).

El aumento en la cantidad de pescadores ha creado una gran presión sobre los recursos costeros en la zona (Nanne 2003), sin embargo, se han realizado pocos estudios pesqueros. Entre ellos se encuentra el estudio de la biología pesquera del pargo (*Lutjanus peru*) en el Pacífico noroeste de Costa Rica. Se determinó que esta especie era una de las más importantes para la pesca artesanal y que en 1985 se dio una sobreexplotación del recurso (Gutierrez Vargas 1990).

Bahía Salinas

En la actualidad se está llevando a cabo una tesis de maestría en Bahía Salinas que tiene como objetivo la descripción de la pesquería artesanal. Los resultados rellenarán algunos vacíos de información existentes a finales del 2012.

Cuajiniquil

La mayoría de los habitantes de Cuajiniquil son pescadores o se dedican a una actividad relacionada a la pesca. Existen aproximadamente 50 pangas, de las cuales 15 pescan con compresor. La flota artesanal de la zona utiliza una gran

variedad de artes de pesca: línea, cuerda, arvaleta, compresor, bichero y transmallo. Pescan en zonas cercanas, adentro de la bahía y desde Puerto Soley hasta Playa Blanca. Las faenas de pesca duran de 4 a 8 días.

Las principales especies objetivo de la pesquería son el pargo manchado, el mero, la cabrilla, congrio y corvina. Sin embargo, las capturas de estos grupos presentan patrones estacionales co-relacionadas con la temperatura del agua. Por ejemplo, los congrios se capturan cuando el agua está más fría. Las capturas además presentan patrones espaciales: mientras que la corvina y el bagre son más abundantes en Puerto Soley, los robalos son más abundantes en los golfos. Otros peces menos comunes en las capturas y consumidas localmente son la corvineta, chanco y loro. Los pescadores reportan que existen problemas de sobre pesca. Han notado tendencias en las que las capturas de la mayoría de las especies han disminuido en cantidad y talla a través de los años.

La infraestructura pesquera en Cuajiniquil consiste en un muelle, dos recibidores de palangreros (10 y 20 bines), y uno de línea (3 y 5 bines), además de una fábrica de hielo. La carnada que usan viene de Puntarenas y es calamar, sardina gallera y caballo. Además capturan malibú y lo usan como carnada viva. Los recibidores visitados durante la gira al campo contenían: pargo, cachetes de oro, jurel (*Caranx caballus*), roncadore, pargo roquero y dorado. La venta de productos pesqueros se da mediante varios intermediarios, lo que disminuye el valor que recibe cada pescador por sus capturas. Los recibidores venden los productos a CENADA, que a su vez lo venden a supermercados en San José o los exportan. Existe una asociación de pescadores desarrollo integral de Cuajiniquil y una asociación de buzos. La primera asociación cuenta con dos lanchas donadas para pesca deportiva, sin embargo, no se utilizan.

Los habitantes de Cuajiniquil por lo general perciben a las zonas protegidas de manera negativa. Consideran que reducen las oportunidades laborales, al proteger las zonas de pesca y los terrenos que antes eran grandes fincas. Por otro lado, el conflicto entre el turismo y la pesca es mínima en Cuajiniquil porque el turismo no está muy desarrollado, debido al viento y las aguas frías de la zona. El turismo en Cuajiniquil es principalmente educativo y solamente es desarrollado por Mainor Lara.

En la actualidad existen problemas de pesca ilegal dentro de los parques nacionales. Además, el uso de artes de pesca poco selectivas está causando sobre-explotación de los recursos, que disminuye las ganancias generadas por la pesca. Las pocas alternativas de trabajo hacen que la sobre-explotación de los recursos esté directamente relacionada con la pobreza y problemas sociales en la zona.

Playas del Coco

En Playas del Coco existe una flota artesanal con 327 licencias activas, cada una con una duración de 6 años. La flota artesanal pesca en zonas costeras, como

son Sámara, Golfo de Papagayo, Nosara y Santa Elena. Esta pesquería selecciona pescados con alto valor comercial y las especies con una mayor cantidad de capturas son el bolillo (*Mustelus henlei*, *Mustelus lunulatus*), pargo seda, pargo manchado (*Lutjanus guttatus*), dorado, mero, pargo, corvina y cabrilla.

Los pescadores artesanales venden su producto a grandes empresas dedicadas a la exportación y venta a hoteles: Iván Rodríguez-DELIMAR, PMT, Papagayo Seafood y FRUMAR. La lista de productos vendidos, con sus respectivos precios se puede encontrar en el Cuadro 1. Los pescadores señalan una reducción en la cantidad y talla de peces capturas en el periodo de los últimos 20 años. Perciben a los parques como una influencia negativa, que parcialmente son culpables por la mala pesca, porque abarcan sus antiguos caladeros.

Cuadro 5.3. Resumen de precios obtenida de Papagayo Seafood, Playas del Coco, Costa Rica

Producto	Familia	Especie	Precio por kg	
			mínimo	máximo
Dorado exportación			₡ 3,500.00	₡ 8,000.00
Dorado nacional	Coriphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	₡ 3,500.00	₡ 7,000.00
Pargo Seda	Lutjanidae	<i>Lutjanus peru</i>	₡ 2,000.00	₡ 6,500.00
Pargo Cola Amarilla	Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i>	₡ 3,500.00	₡ 5,000.00
Pargo Mancha	Lutjanidae	<i>Lutjanus guttatus</i>	₡ 2,000.00	₡ 6,500.00
Pargón			₡ 3,500.00	₡ 5,000.00
Atún	Scombridae	<i>Thunnus albacares</i> , <i>T. obesus</i>	₡ 3,500.00	₡ 7,000.00
Marlin blanco	Istiophoridae	<i>Makaira mazara</i>	₡ 3,000.00	₡ 5,500.00
Marlin rosado	Istiophoridae	<i>Tetrapturus audax</i>	₡ 1,700.00	₡ 3,500.00
Cabrilla			₡ 1,500.00	₡ 8,000.00
Tilapia	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> , <i>Oreochromis aureus</i>	-	₡ 5,000.00
Loro			₡ 2,500.00	₡ 5,500.00
Wahoo	Scombridae	<i>Acanthocybium solandri</i>	₡ 2,500.00	₡ 5,000.00
Vela			₡ 1,000.00	₡ 2,500.00
Bolillo Blanco			₡ 1,250.00	₡ 2,700.00
Catfish			₡ 1,750.00	₡ 4,500.00

Producto	Familia	Especie	Precio por kg	
			mínimo	máximo
Corvina Reina	Sciaenidae	<i>Cynoscion albus</i>	₡ 3,000.00	₡ 7,000.00
Corvineta			-	₡ 5,000.00
Salmón importado			-	₡ 10,000.00
Espada	Xiphiidae	<i>Xiphias gladius</i>	-	₡ 5,000.00
Camarón Fidel	Solenoceridae	<i>Solenocera agassizii</i>	₡ 5,500.00	
Camarón Carabalí			₡ 5,000.00	
Camarón Jumbo			₡ 13,000.00	₡ 16,000.00
Camarón Pinky			₡ 6,500.00	₡ 8,000.00
Camarón Tití			₡ 6,000.00	
Langosta Entera	Palinuridae	<i>Panulirus gracilis</i>	₡ 9,000.00	
Almeja Blanca			₡ 2,700.00	
Almeja Importada			₡ 2,700.00	
Mejillón Nacional			₡ 2,700.00	
Mejillón importado			₡ 4,500.00	
Ostión Vaca			₡ 5,000.00	
Ostra			₡ 5,000.00	
Jaibas Entera			₡ 2,700.00	
Calamar			₡ 3,500.00	₡ 5,500.00
Pulpo			₡ 4,500.00	

Coyote

La comunidad pesquera de Coyote se compone de aproximadamente 19 pangas, utilizadas por dos personas cada uno. El arte de pesca utilizada es la línea (aprox. 300 anzuelos) y cada pescador utiliza de dos a cuatro líneas. Los transmallos no se utilizan porque la corriente no lo permite. Pescan a aproximadamente 3 a 4 millas de la costa, cerca del Río Bongo y Bejuco y ocasionalmente en San Juanillo. El pequeño tamaño de sus embarcaciones limita las zonas de pesca que pueden acceder.

El pargo manchado (*Lutjanus guttatus*) es el objetivo principal de la pesquería, sin embargo, también capturan grandes cantidades de pargo coliamarilla. Existe poco o ningún descarte y otras especies comercializadas son la corvina agria, chepe, coliamarilla, ñata, corvina, congrio y mamón. Los pescadores indican que el pargo manchado presenta una segregación por tallas, en donde los pargos grandes 2-4 se encuentran en San Juanillo, mientras que los pargos cercanos a Coyote presentan tallas más pequeñas.

La comunidad pesquera de Coyote vende sus productos pesqueros a un intermediario llamado Ricardo Campos, que los vende a Productos del Golfo S.A. en Jicaral. Esta empresa se dedica a la exportación de los productos marinos y supe a los pescadores con hielo y carnada (Campos, com. pers. 2012). Desde el 2010, Leonel Solórzano, de Mariscos Pelón, se convierte en el segundo intermediario en Puerto Coyote, que comercializa a los hoteles de la zona y a dos restaurantes en San José. Los principales productos comercializados por Mariscos Pelón son filet de corvina, camarón jumbo (arrastreros), pargo mancha, cola amarilla, corvina agria, y “pete”. Este negocio promueve su producto a través de proyectos de apoyo a la comunidad como por ejemplo la construcción de un cementerio y la organización de cabalgatas (Solórzano, com. pers. 2012).

Existen dos asociaciones de pescadores en Puerto Coyote: la Asociación de Pescadores de Coyote (ASPECOY) y la Asociación de Pescadores de Puerto Coyote (ASPEPUC). La última es una asociación nueva resultante de desacuerdos existentes entre los pescadores de la comunidad. Las asociaciones no cuentan con un medio de transporte propio y por lo tanto dependen de intermediarios. Además, venden el pescado entero sin preparar o procesar, lo que significa que tienen una buena oportunidad de mejorar ingresos si solucionan estos dos problemas. Las diferencias de cultura y objetivos con comunidades aledañas dificultan la creación de una asociación regional (Campos, com. pers. 2012). La asociación pesquera de San Juanillo es considerada como la más exitosa de la región, ya que le brinda varios beneficios a los pescadores, como aguinaldo (Campos, com. pers. 2012).

Existen proyectos, liderados por PRETOMA en conjunto con ASPECOY, que tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de los pescadores de la zona. Uno de ellos es la posibilidad de certificar la pesquería como sostenible e introducir el producto eco-etiquetado (Marine Stewardship) a los hoteles de Santa Teresa, Malpaís y Montezuma. Existen ciertos obstáculos para el avance de estos proyectos como lo es determinar el tamaño del stock pesquero, y el sistema de pago que implementan los hoteles (pago un mes después de entregado el producto). Además, proponen la creación de un área cerrada a la pesca de arrastre entre Camaronal y Caletas (12 millas); y la unión de pescadores artesanales en San Juanillo, Garza, Bejuco, Coyote, Arío con el fin de promover proyectos que beneficien todas estas comunidades pesqueras.

Durante épocas en donde la pesca no es rentable, algunas alternativas de trabajo son la agricultura, la ganadería y la construcción (Campos, com. pers. 2012). El turismo no es una alternativa de trabajo en la zona. Aunque algunos pescadores se emplean de esta forma en temporadas de pesca “malas”, siempre regresan en temporadas de pesca “buenas”. El turismo marino no se puede realizar porque la salida al mar resulta difícil y en ocasiones inseguro. Sin embargo, si existe un poco de turismo nacional en Semana Santa (Campos, com. pers. 2012). Existe una competencia por los recursos con la flota arrastrera, que ocasionalmente pesca en los alrededores y adentro de la Caletas (Campos, com. pers. 2012).

Bejuco

La comunidad pesquera de Bejuco es similar al de Coyote y está compuesto por 20 pangas, cada una operada por dos personas. Solamente utilizan líneas (aprox. 800 anzuelos) como artes de pesca. El esfuerzo pesquero es mayor que en Coyote porque utilizan un sistema en que revisan las líneas cada una o dos horas para recoger las capturas y llenar los anzuelos vacíos con carnada (López, com. pers. 2012). Las especies objetivo son iguales que en Puerto Coyote. Existen dos intermediarios en Bejuco, uno permanente y uno estacional. A pesar de que Coyote y Bejuco tienen iniciativas comunes, no trabajan en conjunto por diferencias culturales.

Malpaís

La comunidad de pescadores de Malpaís está compuesta por aproximadamente 40 personas operando 20 pangas. Las artes de pesca utilizadas son la línea, la cuerda y el transmallo (2.5-7 cm), a pesar de que se prohibió hace un año. La línea se elabora con cuerda en vez de nailon, con aproximadamente 3000 anzuelos #7-5. Las faenas de pesca se realizan durante el día y tienen una duración aproximada de dos a tres horas.

Las especies con mayor valor comercial son el pargo mancha amarillo, seda, cabrilla dorada, cabrilla cachetilla, cabrilla rayada, cabrilla verde (Monsieur, com. pers. 2012). La comunidad de Malpaís pesca según los ciclos estacionales de abundancia del recurso. El pargo manchado se pesca a 7 millas de la costa en junio. Una buena captura de pargo manchado está entre 7-10 kilos de pargo de tallas 1-2 y 2-4 por día (Rodríguez, com. pers. 2012). El congrio se pesca en las rocas y las cabrillas en el fondo cuando las aguas están frías. El dorado se pesca en octubre, noviembre y diciembre; y el atún en mayo-junio. El bolillo (*M. henlei* o *M. lunulatus*) forma agregaciones grandes en el invierno que duran aproximadamente dos días.

El número de pescadores activos varía estacionalmente en relación con la cantidad de capturas. Una buena captura se consideran como 30 kilos en tres tiros

de líneas con 30 anzuelos, pero una buena captura de pargo se considera como 400 kilos diarios. Cuando los niveles de captura son bajos se vende el producto a los restaurantes de la zona, y cuando aumentan se vende el producto a las empresas exportadoras en Puntarenas (Rodríguez, com. pers. 2012).

Existe poca infraestructura pesquera en la zona. Dependen de un intermediario que transporta el pescado a Puntarenas y cobra 200 colones por kilo. No existe una fábrica de hielo en Malpaís y compran la carnada en Puntarenas, principalmente sardina agallera y calamar; pero ocasionalmente utilizan atún negro de capturas propias. Los altos precios de la carnada son mencionados como un problema para los pescadores (24 mil colones por 14 kilos de calamar y 18 mil colones por diez kilos de sardina).

Existe una fuerte competencia por los recursos con los pescadores del Golfo de Nicoya y El Coco, que pescan en sus caladeros con esfuerzos mayores que los pescadores locales (Rodríguez, com. pers. 2012). Además existe una competencia por los recursos entre los pescadores artesanales de la zona y la pesca de arrastre. Existe poca regulación por parte de INCOPECA y los guardacostas, que orientan la mayoría de sus esfuerzos al narcotráfico.

Algunas alternativas de trabajo son el turismo y la pesca deportiva durante la temporada alta, de noviembre a abril (Rodríguez, com. pers. 2012). Las pangas de pesca artesanal de Malpaís se mantienen en buenas condiciones porque también se utilizan para este fin.

Montezuma

En Montezuma no se realiza la pesca artesanal, solamente el turismo.

Cabuya

La pesca artesanal comercial en Cabuya comenzó hace 30 años, con la empresa Delfin y la pesca de cabrilla. Actualmente, la comunidad pesquera en Cabuya se compone de aproximadamente 20 pangas cuando la “pesca está buena” y 3 pangas cuando la “pesca está mala”. Las artes de pesca que utilizan son la línea, la cuerda y el transmallo (se prohibió la malla 3,5), sin embargo, la pulga de mar impide que se pesca al frente de Cabuya (Valverde, com. pers. 2012).

Las especies objetivo son el pargo seda y mancha, la cabrilla, el dorado, congrio y mamón. Al igual que en otros sitios, los pescadores reconocen que la abundancia de los recursos sigue ciclos estacionales y lunares. La transición entre la época seca y lluviosa siempre es una mala temporada de pesca. Por otro lado, de setiembre a noviembre se pesca dorado con línea y en temporadas con aguas frías se pesca congrio y la cabrilla con pescan con cuerda. En los últimos años se han observado varias explosiones poblacionales de pargo y congrio. Durante estas explosiones se capturan, aproximadamente 100 kilos de pargo por día, 3000 kilos de cabrilla con línea, 300 kilos de cabrilla con cuerda. Durante estas explosiones

llegan muchos pescadores desde comunidades tan lejanas como Cuajiniquil y Puntarenas. Esta pesca intensiva continúa hasta que el recurso se acaba.

La situación de pesca ilegal empeoró en el Parque Nacional Cabo Blanco después de la salida de Guadalupe Briceño y Carlos Castrillo, que realizaban patrullajes de manera constante. Los pescadores de Cabuya y zonas aledañas percibían los beneficios del Parque Nacional Cabo Blanco cuando se protegía de la pesca, sin embargo, ahora no perciben esos beneficios.

Pesca mediante buceo

La pesca submarina utiliza diferentes formas de buceo para capturar de manera directa y dirigida algunos recursos muy apetecidos por el mercado que no son fácilmente accesibles con redes y demás artes de pesca tradicionales. Langosta, pulpo, ostión, cambutes y “peces de colores” son algunos de los objetivos de este tipo de pesca. En el buceo a pulmón utiliza solo máscara y snorkel (o incluso sin este último) para llegar a los organismos. Como consecuencia, esta pesca se da en profundidades no mayores de los 11 m dependiendo de la capacidad de cada pescador.

La langosta espinosa (*Palinurus gracilis*) es capturada en muchos lugares del Pacífico costarricense a pesar de que las estadísticas de INCOPESCA no reportan desembarques. Esta es capturada por pescadores artesanales con instrumentos simples en forma de ganchos llamados bicheros. Las langostas son vendidas en diferentes recibidores dependiendo de la zona, por ejemplo en Playas del Coco la empresa PMT compra langosta con precios que rondan los 4000 colones por kilo, por otro lado en Cuajiniquil tanto langostas como pulpos son recibidos por parte de Marcimar S.A. Se estudió la biología pesquera básica de la langosta en Playa Lagarto (*Panulirus gracilis*) en el 2007-2008. Naranjo determinó que el 74.9% de las langostas extraídas estaban debajo de la talla mínima para la extracción legal (80mm LC) (Naranjo 2011), debido a que las tallas mayores se encuentran en zonas más profundas que no son accesibles mediante el buceo. También en la zona de Cabuya se ha pescado langosta e incluso se ha tratado de implementar la extracción mediante el uso de trampas pero no ha sido productivo ya que para esto se requiere una inversión inicial y las corrientes de la zona parecen impedir el adecuado funcionamiento de este arte (Ricardo Campos, com. pers. 2012). Aunque el uso de trampas podría ser una alternativa para alcanzar profundidades mayores y mejorar la selectividad de la pesca, es necesario realizar estudios que evalúen la sostenibilidad del arte para evitar un colapso de la población (Naranjo 2011).

El cambute (*Strombus galeatus*) es un molusco que también sufre una presión extractiva a pesar de que está permanentemente vedado por ley. Este problema se da principalmente en los alrededores de la Reserva Nacional Absoluta

Cabo Blanco, ya que las mayores poblaciones de esta especie en el país se encuentran en esa área marina protegida (AMP).

Los cambutes no solo son capturados mediante buceo a pulmón, que limita la profundidad de trabajo, sino que también son capturados mediante el buceo con compresor. Utilizando compresores que bombean aire desde la embarcación, los buzos pueden bajar a profundidades de hasta 40 metros. En muchos casos los pescadores no tienen buen entrenamiento en buceo y sufren accidentes de descompresión. Además de cambute y langosta, con este arte se capturan ostiones, pulpos y peces tanto ornamentales como de consumo.

En Costa Rica, la pesquería que suple el comercio de peces de acuario comenzó en la década de los 80. La pesquería se regula desde 1989, permitiendo la operación de 20 buzos por cada zona definida, cada uno con permiso para extraer 1000 peces/zona/mes. Sin embargo, en el área delimitada entre la frontera de Nicaragua y Punta Guiones, se permiten 20 buzos que extraigan cada uno con permiso para extraer 500 peces/mes. Los sitios más importantes de pesca de peces ornamentales son Playas del Coco, Brasilito (Espinoza 2006) y el frente de Cuajiniquil. Se capturan 20 especies de arrecife en la pesquería de peces ornamentales, entre los más comunes están el pez ángel (*Holocanthus passer*), ángel de cortés (*Pomacanthus zonipectus*), cabrilla (*Cirrhitichthys oxycephalus*), narizón (*Oxycirrhites typus*), cabeza azul (*Thalassoma lucasanum*), mejicana (*Thalassoma* sp.), espinudo (*Diodon hystrix*), puffer (*Arothron meleagris*) y cardenal (*Apogon dovii*) (Espinoza 2006). Solo la empresa Vida Marina S.A. es la que recibe y exporta estos peces en el país.

La misma ley que regula la extracción de peces de acuario afirma que no hay suficiente conocimiento biológico de las especies objetivo, por lo tanto las cuotas de captura fueron arbitrariamente impuestas como 1000/peces/zona/mes. Según INCOPECA de Playas del Coco, lo permitido son 50 individuos/desembarque/pescador. Dado que se desembarca al menos una vez por semana, se podría estar ejerciendo gran presión de pesca sobre un recurso que no se conoce bien. Como consecuencia, se desconoce si el sistema de manejo está asegurando la sostenibilidad de la pesquería y la conservación a largo plazo de los peces de arrecife. Sin embargo, se determinó que *Thalassoma lucasanum*, una especie capturada dentro de esta pesquería, presentaba densidades más bajas y tallas más pequeñas en arrecifes cercanos a pueblos pesqueros, en comparación con arrecifes adentro del ACG (McCauley *et al.* 2008). Además *T. lucasanum* sufre doble presión debido a que el comercio y la regulación se da por nombre común, y esta especie es conocida como mexicana en su fase inicial, mientras que en la fase terminal se conoce como cabeza azul.

Las capturas de los pomacántidos y el espinudo también están disminuyendo. Estas tendencias indican que es necesario invertir mayor esfuerzo de investigación en evaluar los ciclos de vida de las especies comerciales con el

objetivo de realizar recomendaciones para su manejo sostenible (Dominici-Arosemena 1999).

La pesca de buceo con compresor está causando cambios en las comunidades arrecifales de la zona. Por ejemplo, los buzos han causado una reducción en el tamaño poblacional del pez ángel (*Halocanthos passer*), que se alimenta de los huevos de la damisela (*Microspathodon*). Como consecuencia, las poblaciones de damiselas han aumentado drásticamente. Los pescadores también están extrayendo el pez narizón, que vive en coral negro. Esto podría afectar a las poblaciones del coral, porque el narizón posiblemente regula las poblaciones de bivalvos que crecen sobre el coral y lo fragmentan. Sin embargo, estos dos patrones mencionados son observaciones empíricas que requieren de futuros estudios (Lara, com. pers. 2012).

Recientemente INCOPESCA en Playas del Coco se están implementando nuevas licencias de pesca submarina, para buzos de compresor y buceo autónomo con el fin de que reporten sus capturas. Por ejemplo, muchos peces como cabrillas, meros, peces piedra e incluso loros (que son capturados en la noche mientras duermen) son capturados con este sistema de pesca mediante un arpón. Además se extraen langostas, pulpos, ostiones y demás organismos con valor comercial.

Pesca de Arrastre

Entre 1960 y 1979, los barcos camaroneros en el país se modernizaron, lo que les permitió desplazarse hacia zonas de pesca más alejadas de Puntarenas, el puerto principal. En esta época se comenzó a arrastrar en el Pacífico norte, incluyendo zonas en el Golfo de Papagayo (Álvarez y Ross-Salazar 2009). Principalmente el camarón *Farfantepenaeus californiensis* era muy abundante en el Pacífico Norte durante los 70s (Villalobos, 1983). En la actualidad, los caladeros de la zona se encuentran sobre-explotados, y los barcos camaroneros pescan en el Pacífico Norte con menor frecuencia (Villalobos, com. pers 2007-2011). Un factor adicional que reduce el esfuerzo pesquero de la flota de arrastre en el Pacífico norte es el clima en temporada de afloramiento.

Pesca Deportiva

La pesca deportiva es la actividad de pesca que realizan personas físicas, nacionales o extranjeras, con el fin de capturar, con un aparejo de pesca personal apropiado para el efecto, sin fines de lucro y con propósito de deporte, distracción, placer, recreo, turismo o pasatiempo (según Ley N° 8436).

En los últimos diez años, se ha desarrollado un importante sector de pesca deportiva en el Pacífico de Costa Rica. Los lugares más concurridos para tal fin son Flamingo (Guanacaste), Marina los Sueños (parte externa del Golfo de Nicoya),

Quepos y Golfito (FAO/OSPESCA, 2006). La zona norte es una de las zonas más importantes para la pesca deportiva en el país, porque contiene el Golfo de Papagayo, un polo de atracción turística. Según una encuesta realizada por el ICT en los años 1995, 1997 y 1998, el porcentaje de turistas que ingresaron a Costa Rica atraídos por la pesca deportiva fueron de 6,3%, 6.0% y 6.7% respectivamente (Morera-Beita, 2001). Esta fama ha ido aumentando, ya que Costa Rica ha acogido varios eventos internacionales de pesca deportiva con el fin de promocionar este tipo de turismo dentro del país y generar ganancias (Beltrán 2005). En la actualidad, Costa Rica es considerada uno de los mejores países para la pesca deportiva (Holland y Ditton 1998).

La Ley de Pesca y Acuicultura (Ley Nº 8436 del 10 de febrero del 2005) tiene el objetivo de fomentar y regular pesca y garantizar la conservación, la protección y el desarrollo sostenible de los recursos hidrobiológicos (Ley de Pesca y Acuicultura 2005). Los registros de esta pesquería son insuficientes o inexistentes (Beltrán 2005). El MINAE y el INCOPECA no han iniciado un registro de datos estadísticos de capturas, posiblemente debido a la liberación de la mayoría de los peces capturados. Aunque se estima que las poblaciones de peces objetivo de la pesca deportiva están en buenas condiciones, esto podría cambiar debido a que grandes cantidades de los pez vela y marlín son capturados por la flota palangrera (FAO 2002). Esto implica que existe una fuerte competencia por recursos entre la pesca deportiva y la pesca de palangre.

Un estudio de pescadores deportivos en Costa Rica demostró que liberan el 97% de sus capturas. La mayoría apoyan las medidas de liberación de capturas (86,4%), torneos de liberación obligatoria (85,2%), imposición tamaños mínimos de capturas para picudos (77%), prohibición del uso de anzuelos de acero inoxidable (53,3%). La orientación conservacionista de los pescadores que atrae Costa Rica puede ser el resultado de la actitud de los operadores turísticos que promueven la liberación de los animales o puede ser que el costo elevado de los paquetes turísticos (\$3446 por viaje) atrae a cierto sector de la población (Holland y Ditton, 1998).

La costa del Pacífico Norte posee alrededor de tres zonas principales desde donde se ofrecen salidas para realizar pesca deportiva: Golfo de Papagayo, Playa Carrillo y Montezuma. Estas zonas poseen mucha actividad turística, por lo que este tipo de pesca se asocia con hoteles. La mayoría de empresas que ofrecen este tipo de pesca también ofrecen tours de snorkel y buceo, siendo los principales destinos Isla Cabo Blanco, Islas Catalinas e Islas Murciélagos.

Actualmente existen 146 licencias para pesca turística (deportiva) inscritas en El Coco (entrevista personal en la Sede Regional de INCOPECA, Guanacaste, ubicada en El Coco). El tipo de embarcaciones utilizadas para ofrecer servicios de pesca deportiva difiere con respecto a nacionalidad de dueños (costarricense, extranjero o mixto), capacidad máxima (6-27 personas) y usos (buceo y snorkel,

pesca comercial, pesca deportiva). Por ejemplo en Malpaís, Puntarenas los pescadores artesanales ofrecen servicios de turismo con las mismas embarcaciones, por lo que las tienen en mejor estado. En todas las empresas entrevistadas nos indicaron que la liberación del pez capturado quedaba a criterio del cliente, por lo que no practican las iniciativas de pesca deportiva y turística responsable, de pescar y liberar.

Cuadro 5.4. Algunas de las empresas consultadas.

Nombre de Empresa	Tipo de Consulta
Gato tours	Visita puesto en El Coco, Guanacaste
Zuma tours	Visita al puesto en Montezuma y Santa Teresa, Puntarenas
Proyecto Montezuma	Visita al puesto en Montezuma, Puntarenas
Montezuma Expeditions	Visita al puesto en Montezuma, Puntarenas
Pescadores Artesanales Malpaís	Visita al recibidor en Malpaís, Puntarenas
King Ping Sport Fishing	www.kingpin-sportfishing.com
Papagayo Sport Fishing Costa Rica	www.costa-rica-fishingtrips.com
Guanacaste Fishing Charter	www.fishingguanacaste.com

Las especies que representan mayor interés en la pesca deportiva realizada en Guanacaste son: el Wahoo (*Acanthocybium solandri*), Atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), Pez Gallo (*Nematistius pectoralis*), Dorado (Mahi-Mahi, *Coryphaena hippurus*), Marlin Azul o blanco (*Makaira mazara*), Marlin Rayado o rosado (*Kajikia audax*) y Pez Vela (*Istiophorus platypterus*). Para el 2008, los peces más capturados fueron el Pez Vela, el Marlin y el Dorado, mientras que el menos capturado fue el Róbalo (IICE, 2010)

Identificación y descripción de los sitios de pesca para especies como el pargo, congrio, cabrilla, que son utilizados en su mayoría por las comunidades costeras y por la flota palangrera

Existe una gran cantidad de comunidades pesqueras a lo largo de la costa del Pacífico Norte (Cuadro 5.5). Las comunidades con embarcaciones más pequeñas tienen alcances más reducidos de un máximo de 7 millas afuera de la costa, por lo que se presume que existen pequeños caladeros a lo largo de toda la costa, cerca de comunidades pesqueras.

Las comunidades con embarcaciones más grandes como el Golfo de Nicoya, Cuajiniquil y Playas del Coco pueden alcanzar sitios de pesca más largos e inclusive aguas internacionales. Los peces pelágicos tienen una movilidad muy alta y por lo tanto es probable que su distribución incluya toda la costa pacífica de Costa Rica (Anexo: Cuadro A12). Las únicas diferencias encontradas en las capturas de las diversas comunidades visitadas fueron que en Puerto Coyote y Cabuya no se capturan peces ornamentales. Sin embargo, esto se debe al comportamiento de la flota.

Cuadro 5.5. Esfuerzo pesquero para comunidades del Pacífico Norte, Costa Rica

Lugar	# de pescadores	Tipo de embarcaciones	Artes de pesca	Zonas de pesca
Cuajiniquil	-	18 pangas y 9 botes de madera	Palangre, trasmallo y cuerda	Papagayo, Playa Blanca
Playas del Coco	-	30 lanchas, 30 pangas	Palangre, trasmallo y cuerda	Las Catalinas, Cabo Vela, San Pedrillo, Avellanas y Lagarto
Brasilito	-	4 pangas	Transmallo y línea	Las Catalinas
Tamarindo	30	10 pangas	Línea	5-6 millas al frente de Tamarindo
Lagarto	27	15 pangas	Línea y cuerda	Frente a Lagarto
San Juanillo	-	19 pangas, 2 lanchas	Línea	Frente a Tamarindo
Playa Las Peladas	-	4 pangas	Línea	Punta Guiones
Punta Guiones	18	9 pangas	Línea y trasmallo	Punta Guiones
Playa Garza		1 lancha, 5 pangas	Línea	4-5 millas frente a Playa Garza
Sámara	90	30 pangas	Línea	Camaronal, Buena Vista, Carrillo, Garza
Puerto Carrillo	35	12 pangas	Línea	Frente a Bejuco, Camaronal y Punta Islita
Playa Bejuco	25	4 pangas, 15 botes	Línea	Frente a Bejuco
Playa Coyote	25	12 pangas	Línea	Punta Bejuco
Playa Mal País	28	12 pangas	Línea y cuerda	Isla del Cabo
Playa Cabuya	14	5 pangas	Línea y cuerda	Isla Cabuya e Isla del Cabo
Playa Tambor	12	6 pangas	Línea y trasmallo	Frente a Tambor
Pochote	7	3 pangas	Línea	Montezuma y Cabuya

Fuente: Proambiente (1999)

Análisis de la base de datos la colección de Ictiología del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica, 2012

Basados en las colectas depositadas en la Colección de Ictiología del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica, se reporta una alta diversidad de especies de peces en la zona del Pacífico Norte de Costa Rica (definida desde Cabo Blanco hacia el norte hasta Bahía Salinas). Se encontraron un total de 1845 registros correspondientes a 395 especies en 101 familias (47% de las especies presentes en la costa Pacífica de Costa Rica, Anexo: Cuadro A13).

De las 395 especies, el 38% (152 especies, 44 familias) presentan importancia comercial ya que tienen uso, ya sea en pesquerías (consumo humano, carnada para pesca), en pesca deportiva o como atractivo en buceo recreativo (Fig. 5.16). El 62% restante está conformado principalmente por especies pequeñas de arrecifes o sin importancia en pesquerías (Anexos: Cuadro A13).

De las 152 especies que tienen importancia por su uso, la mayoría son importantes como atractivo en buceo recreativo (Anexos: Cuadro A13). En cuanto al hábitat de estas especies importantes, las especies de fondo duro infralitoral más las especies presentes tanto en fondo duro infralitoral como fondo lodoso constituyen el 80% de las especies (Fig. 5.17). De las especies de fondo duro infralitoral, la mayoría (65%, n=77 especies) está formado por especies que presentan atractivo en buceo recreativo (Fig. 5.18).

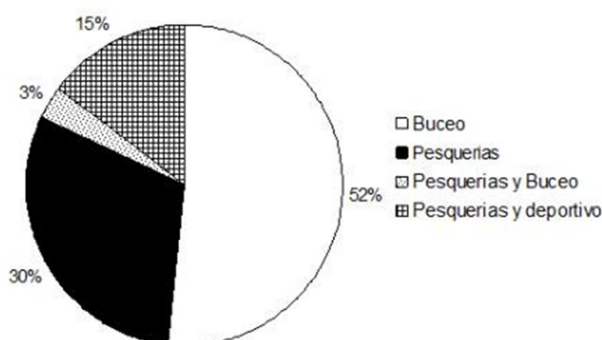


Figura 5.16. Usos de las especies de importancia comercial (n=152) del Pacífico norte depositadas en el Museo de Zoología, UCR.

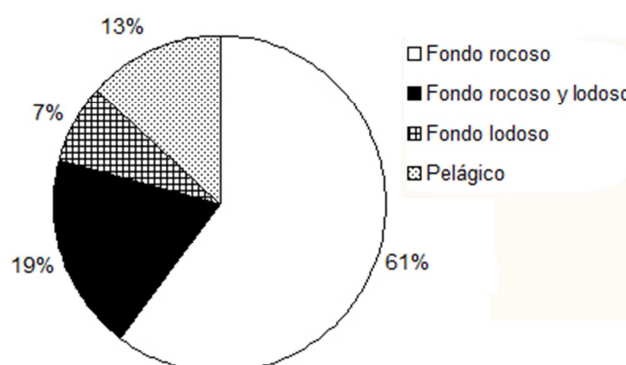


Figura 15.17. Hábitat de las especies de importancia comercial (n=152) del Pacífico norte depositadas en el Museo de Zoología, UCR.

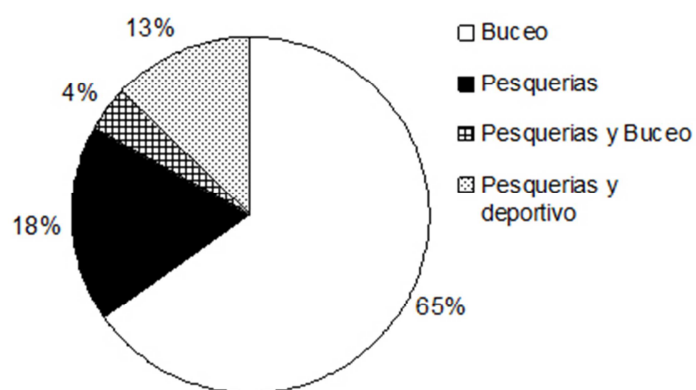


Figura 15.18. Usos de las especies de importancia comercial presentes en fondo duro infralitoral (n=118) del Pacífico norte de Costa Rica depositadas en el Museo de Zoología, UCR.

Análisis de desembarques de la flota pesquera del Pacífico Norte, según Incopesca 2012

En el Pacífico Norte se desembarca una mayor cantidad de peces que camarones, sin embargo, desde el 2002 los desembarques de peces totales disminuyeron drásticamente (Fig. 5.19). No existen tendencias en los desembarques por las clases definidas por INCOPESCA, con la excepción de chatarra, que disminuyó desde 1992 a 1993. La menor cantidad de desembarques es de primera pequeña, seguido por clasificado, chatarra y primera pequeña (Fig. 5.20).

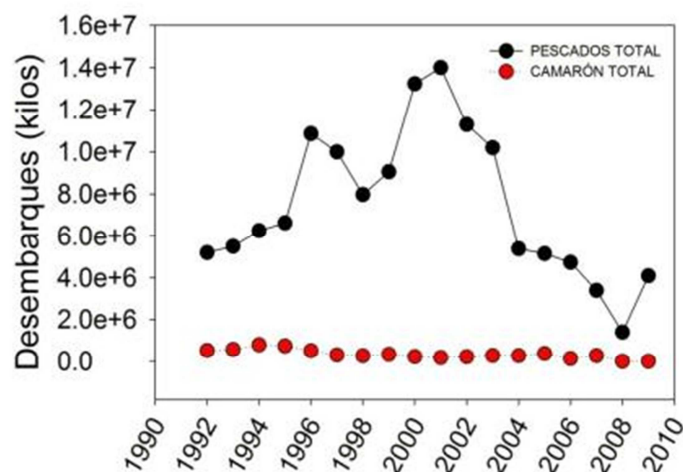


Figura 5.19. Capturas de especies demersales obtenidas por la flota artesanal en el Pacífico norte, Costa Rica durante el periodo 1991-2009. (INCOPESCA, 2012).

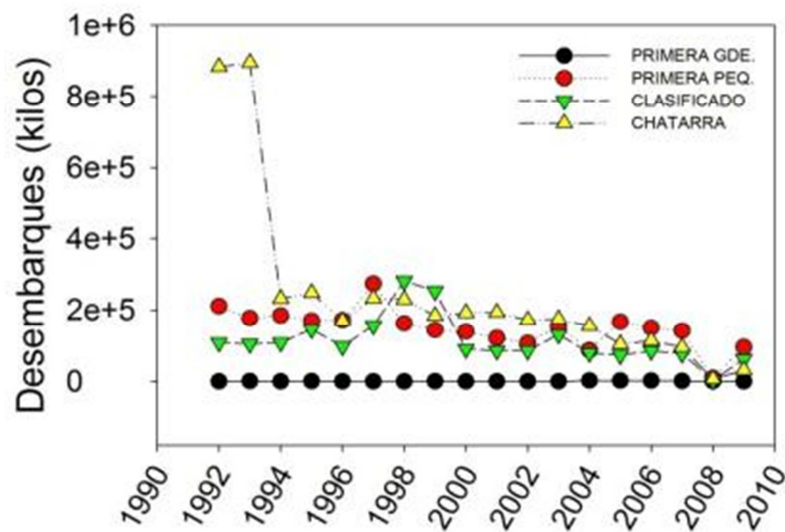


Figura 5.20. Capturas de por categoría obtenidas por la flota artesanal en el Pacífico norte, Costa Rica durante el periodo 1991-2009. (INCOPECA, 2012).

Según los datos de desembarques de INCOPECA, las especies de importancia en la pesca artesanal como la cabrilla y el pargo seda han venido disminuyendo desde 1991, mientras que la corvina agria cola se mantuvo muy baja durante el periodo analizado (Fig. 5.21). La especie con desembarques más grandes de la flota pelágica fue el dorado, cuyos desembarques alcanzaron un pico en el 2001, después disminuyeron drásticamente. Los desembarques de atún también alcanzaron un pico en 1996, pero después se mantuvieron bajas. Los desembarques de marlin blanco, marlin rosado, pez vela y pez espada son relativamente bajos y además se observa una ligera tendencia decreciente (Fig. 5.22). Los desembarques del tiburón han disminuido desde el 2000 (Fig. 5.23).

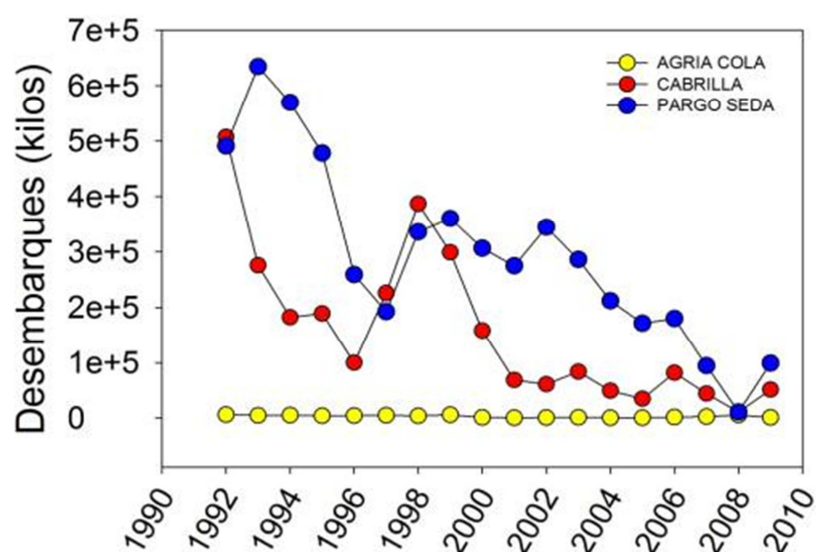


Figura 5.21. Capturas de especies obtenidas por la flota artesanal en el Pacífico norte, Costa Rica durante el periodo 1991-2009. (INCOPECA, 2012).

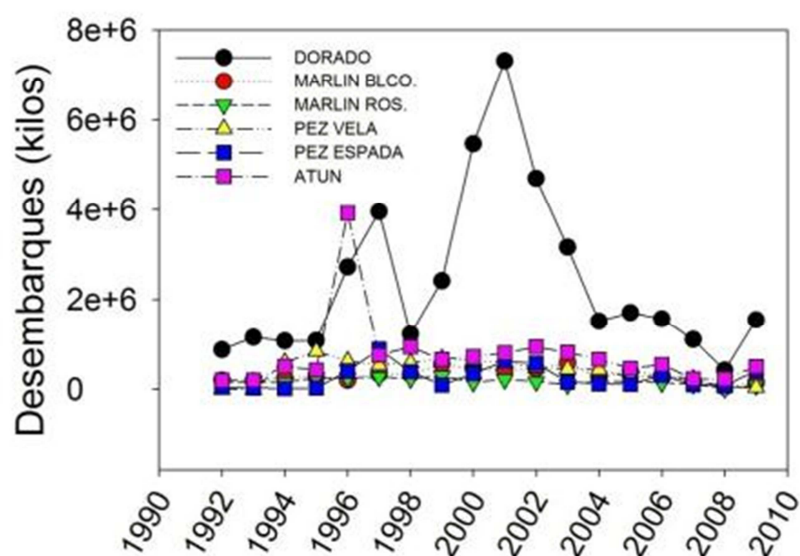


Figura 5.22. Capturas de especies pelágicas obtenidas por la flota artesanal en el Pacífico norte, Costa Rica durante el periodo 1991-2009. (INCOPECA, 2012).

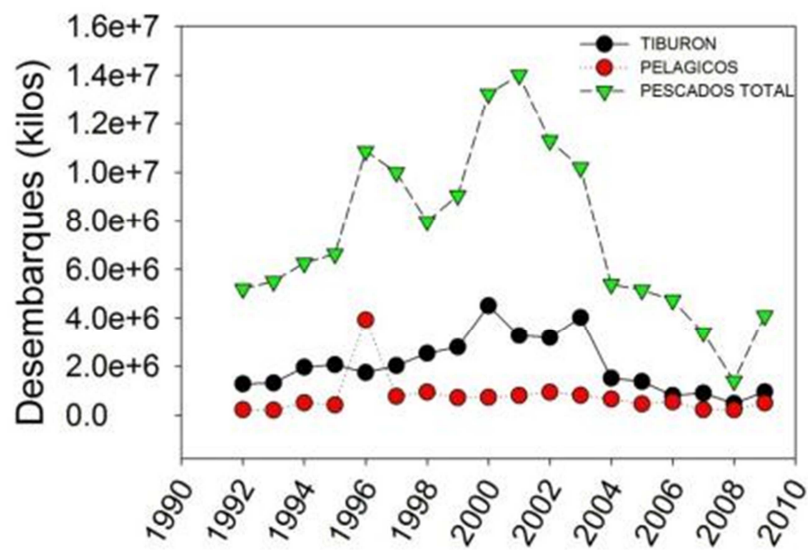


Figura 5.23. Capturas de tiburón obtenidas por la flota artesanal en el Pacífico norte, Costa Rica durante el periodo 1991-2009. (INCOPESCA, 2012).

Identificación del estado de conservación de especies pelágicas de interés en la pesca deportiva: estimación del estado de conservación

Diferentes organizaciones han usado diferentes términos para expresar el riesgo de extinción (o estado de conservación). La lista de la UICN se basa en cinco criterios básicos: (a) Reducción del tamaño de la población, (b) Distribución espacial reducida o en disminución, (c) Tamaño de la población pequeña y en reducción, (d) Tamaño de la población madura y E) Análisis cuantitativo de la probabilidad de extinción en estado (UICN 2001). Estos criterios son aplicados a todos los organismos, independientemente de la estrategia de la historia de vida o taxonomía. Aunque estos criterios son efectivos para determinar cambios rápidos en una población, se tiende a sobreestimar el riesgo de extinción para muchos, si no la mayoría de las especies de peces marinos (Musick 1999). Se deberían tratar de determinar aspectos claves como: (a) la magnitud de la disminución que puede ser sostenido por diferentes tipos de peces antes de la recuperación, (b) tamaño mínimo de población viable por debajo del cual la población puede disminuir rápidamente a la extinción y (c) tipo de puntos de referencia biológicos se encuentran disponibles para los peces marinos que podrían arrojar luz sobre el tamaño mínimo de población viable.

Lo ideal para la ictiofauna según Musick (1999), sería clasificar como vulnerable, amenazado o en peligro de extinción según: (a) su categoría en productividad que está definida por su fecundidad, edad a la madurez, y la

esperanza de vida y posteriormente (b) mediante el uso de diferentes porcentajes de disminución como umbrales, dependiendo de la categoría de productividad a la que se adapta. Otras consideraciones a tomar en cuenta para categorizar a una especie como más o menos vulnerable son: rareza, distribución espacial (si está limitada a un rango pequeño o es endémica), o si una especie tiene requerimientos de hábitat especiales (Musick 1999). Sin embargo, Hutchings (2001) enumera varias percepciones y advertencias a tomar en cuenta al abordar la cuestión de la asignación de riesgo de extinción a cualquier grupo de peces marinos.

Por otro lado Cheung *et al.* (2005) desarrollaron una herramienta que tiene por objeto estimar la vulnerabilidad a extinción de los peces marinos basado en variables fáciles de obtener sobre historia de vida y características ecológicas. Las variables de entrada incluyen la talla máxima, edad de primera madurez, longevidad, von Bertalanffy parámetro K, tasa de mortalidad natural, fecundidad, fuerza de la conducta espacial y rango geográfico. Los resultados se expresan como cuatro categorías que se refieren niveles de vulnerabilidad intrínseca a la extinción: (1) muy alta, (2) alta, (3) moderada y (4) bajo. La vulnerabilidad intrínseca también expresada en una escala arbitraria de 1 a 100, 100 siendo los más vulnerables. Esta categorización se encuentra en la base de datos FishBase (www.fishbase.org).

Debido a que durante la elaboración de este proyecto no se obtuvieron los datos necesarios para determinar el estado de conservación de las especies como lo sugieren Musick (1999) y Hutchings (2001), se utilizó la información presente en la lista roja de la UICN (www.iucnredlist.org) y la categorización de Vulnerabilidad a la Extinción (Cheung *et al.* 2006). Sin embargo, es recomendado adoptar un enfoque precautorio pero realista a la hora de aplicar los criterios, y que cada razonamiento debe estar documentado explícitamente (UICN 2005).

Principales especies de importancia en la pesca deportiva del Pacífico Norte, Costa Rica

Las especies que representan mayor interés en la pesca deportiva realizada en Guanacaste son: el Wahoo (*Acanthocybium solandri*), Atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), Pez Gallo (*Nematistius pectoralis*), Dorado (Mahi-Mahi, *Coryphaena hippurus*), Marlin Azul o blanco (*Makaira mazara*), Marlin Rayado o rosado (*Kajikia audax*) y Pez Vela (*Istiophorus platypterus*). Muchas de estas mismas especies son de importancia en la pesca comercial mundial y de Costa Rica (IICE, 2010). Para el 2008, los peces más capturados fueron el Pez Vela, el Marlin y el Dorado, mientras que el menos capturado fue el Róbalo (IICE, 2010).

1. Pez Vela [*Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1792)]:

Estado de conservación: Según las categorías de la lista roja de la UICN el pez vela se considera como de *Preocupación Menor*, con una tendencia en su población desconocida.

Vulnerabilidad a la extinción: Vulnerabilidad Alta a Muy Alta (74 de 100).

Es objetivo en la pesca comercial, además forma parte de la fauna incidental de la pesquería artesanal de palangre de atún, tiburón y dorado (Nakamura, 1985, Erhartand y Fitchett, 2006), y de la pesca de arrastre. El pez vela aporta millones de dólares a pesquerías deportivas (pesque y libere) asociadas al turismo en el Océano Pacífico Oriental de Centroamérica (Erhartand y Fitchett, 2006). En la pesca de palangre de Costa Rica, muchos de los peces son descartados, debido a que sólo se permite llevar un 15% de la captura en pez vela (provocando una subestimación de las capturas). Costa Rica domina la captura en el Pacífico Oriental. Datos recientes sobre las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca recreacional de esta especie en América Central han generado preocupación (Kitchell *et al.* 2004). Esta especie es altamente migratoria por lo que está en la lista el Anexo I de la Convención de 1982 sobre Derecho del Mar (FAO Fisheries Department 1994). Algunas de las medidas tomadas son: (1) la restricción de la pesquería de palangre en ciertas zonas, (2) iniciativas de pesca deportiva y turística responsable (pesque y libere) (Marviva, 2010), y (3) restricción del porcentaje de fauna incidental permitida. En Costa Rica se declaró al pez vela como una especie de interés turístico-deportivo (Art. 76, Ley de Pesca y Acuicultura, 2005). Además se prohíbe la pesca dirigida al Pez Vela utilizando palangre de superficie con carnada viva (art. 1), se establecen tres zonas de prohibición para este tipo de pesca (art. 4) y se establece la liberación del pez vela cuando se captura con vida (art.6) (Costa Rica, 2009). Así mismo, existe un proyecto de ley en que se pretende declarar como pez nacional, en que se permitirá, únicamente, su captura y liberación por parte de la pesca turística y deportiva, bajo los estándares internacionales de las buenas prácticas de esta actividad (Proyecto de Ley 18025).

Temporadas y zona de pesca deportiva: se puede capturar a lo largo de todo el año, sin embargo en Guanacaste las probabilidades de pesca aumentan entre diciembre y abril (Cuadro 5.6); a 16-48 km de la costa.

2. Marlin Azul o blanco [*Makaira mazara* (Jordan y Snyder, 1901)]:

Estado de conservación: Este taxón no ha sido evaluado por la lista roja UICN.

Vulnerabilidad a la extinción: Vulnerabilidad Alta a Muy Alta (70 de 100).

De las especies de marlin, es la más tropical y común en aguas ecuatoriales. Sin embargo, muchos científicos no ven *Makaira mazara* (Pacífico) y *Makaira nigricans* (Atlántico) como especies distintas y se consideran como sinónimos. Ambas son especies altamente migratorias, por lo que están en el anexo I de la Convención de 1982 sobre el Derecho del Mar. Se declaró como una especie de interés turístico-deportivo en Costa Rica (Art.76, Ley de Pesca y Acuicultura 2005). Además se establece la liberación de marlín blanco cuando este sea capturado con vida (art.6) (Costa Rica 2009).

Temporadas y zona de pesca deportiva: se puede capturar a lo largo de todo el año, sin embargo en Guanacaste las probabilidades de pesca aumentan entre julio y diciembre (Cuadro 5.6); a 20-50 km de la costa.

3. Marlin rayado o rosado [*Kajikia audax* (Philippi, 1887)]:

Estado de conservación: Según las categorías de la lista roja de la UICN el pez vela se considera como de *Casi Amenazado*, con una tendencia de decrecimiento de su población.

Vulnerabilidad a la extinción: Vulnerabilidad Alta (56 de 100).

Es un importante recurso comercial y recreativo, con mayores capturas de forma incidental por las pesquerías de palangre pelágico para atunes. La mayoría de su captura comercial está representada por la pesca de palangre, siendo que la pesca con arpón represente menos del 1%. La distribución espacial observada de varios de los grandes depredadores pelágicos, como lo es el marlin rayado, se ha reducido significativamente desde 1960 hasta 2000 (Worm y Tittensor 2011). En la región tropical del Pacífico oriental la pesca de marlin rayado es tanto por la pesca industrial y artesanal. Éste es capturado principalmente en las pesquerías palangreras. Aunque menos numerosos, son capturados por la pesca deportiva, con redes de enmalle y de otra índole. Esta especie puede estar amenazada por la expansión de la pesca con palangre, y también aumentó la pesca artesanal en la región tropical del Pacífico oriental. En Costa Rica se establece la liberación de marlín rosado cuando este sea capturado con vida (art.6) (Costa Rica 2009). Debido a que es una especie altamente migratoria se encuentra en el anexo I de la Convención de 1982 sobre el Derecho del Mar. Además se declaró como una especie de interés turístico-deportivo en Costa Rica (Art.76, Ley de Pesca y Acuicultura 2005).

Temporadas y zona de pesca deportiva: se puede capturar a lo largo de todo el año, sin embargo en Guanacaste las probabilidades de pesca aumentan entre julio y diciembre (Cuadro 5.6); a 20-50 km de la costa.

4. Dorado o Mahi-Mahi (*Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758)

Estado de conservación: Según las categorías de la lista roja de la UICN se considera como de *Preocupación Menor*, con una tendencia estable de su población.

Vulnerabilidad a la extinción: Vulnerabilidad moderada (39 de 100).

Esta especie está distribuida en aguas tropicales y templadas, y se encuentra en los océanos Atlántico, Índico, Pacífico y el Mediterráneo, aunque es más común en las aguas entre los 21-30 ° C. Desova en altamar. No hay mayores amenazas conocidas para esta especie. Es capturada por varios artes de pesca incluido palangre, buques de cerco y pesca deportiva, siendo uno de los objetivos de pesca más importantes para la pesca artesanal del mundo.

Es considerada una especie altamente migratoria, por lo que se encuentra en el Anexo I de la Convención de 1982 sobre el Derecho del Mar. Existen medidas de manejo como tallas mínimas de captura (en Ecuador), áreas cerradas a la pesca (en México), artes excluidores de fauna acompañante (en Ecuador) y máximos de captura en pesca deportiva (en Puerto Rico) (Rodriguez-Ferrer *et al.* 2006).

Temporadas y zonas de pesca deportiva: se puede capturar a lo largo de todo el año, sin embargo en Guanacaste las probabilidades de pesca aumentan entre mayo y octubre (Cuadro 5.6).

5. Pez Gallo (*Nematistius pectoralis* Gill, 1862):

Estado de conservación: Este taxón no ha sido evaluado por la lista roja UICN. **Vulnerabilidad a la extinción:** Vulnerabilidad muy alta (90 de 100).

Temporadas y zonas de pesca deportiva: se puede capturar a lo largo de todo el año, sin embargo en Guanacaste las probabilidades de pesca aumentan entre junio y octubre (Cuadro 5.6). Para la pesca deportiva se captura en los alrededores de Islas Murciélagos, Islas Catalinas, y se encuentra cerca de rocas, arrecifes y en rompientes.

6. Atún aleta amarilla [*Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788)]:

Estado de conservación: Según las categorías de la lista roja de la UICN se considera como *Casi Amenazado*, con una tendencia de decrecimiento de su población.

Vulnerabilidad a la extinción: Vulnerabilidad moderada (46 de 100).

Esta especie es capturada principalmente mediante la pesca de cerco, pero también es capturada por palangreros. En términos de captura, el atún Amarillo es la especie de atún más importante del Pacífico Oriental. Es una especie altamente migratoria, sus migraciones pueden durar hasta 60 días. Por esta razón se encuentra en el Anexo I de la Convención de 1982 sobre el

Derecho del Mar. Las medidas de conservación impuestas en el 2004 para el Pacífico Oriental en la resolución C-04-09 (CIAT 2008) prevén que mantener la población en torno a la media de nivel de rendimiento máximo sostenible ligeramente mayor. Tres cierres de un mes han sido propuestos por la Comisión del Atún Tropical Interamericana (CIAT) y México, que tiene una de las pesquerías más grandes de esta especie.

Temporadas y zonas de pesca deportiva: se puede capturar a lo largo de todo el año, sin embargo en Guanacaste las probabilidades de pesca aumentan entre junio y setiembre (Cuadro 5.6). Para la pesca deportiva se captura en los alrededores de Islas Murciélagos, Islas Catalinas, se encuentra cerca de islas rocosas y puntas rocosas, muy asociado con la presencia de delfines.

7. Wahoo [*Acanthocybium solandri* (Cuvier, 1832)]:

Estado de conservación: Según las categorías de la lista roja de la UICN se considera como de *Preocupación Menor*, con una tendencia estable en su población.

Vulnerabilidad a la extinción: Vulnerabilidad de Moderada a Alta (46 de 100).

No parece haber una pesca organizada para esta especie, sin embargo en el Atlántico Occidental es capturada tanto por la pesca comercial como por la recreativa. Esta especie suele ser capturada con arrastre, línea y anzuelo y es parte de la captura incidental de redes de cerco y palangre (Collette 1995).

En el Pacífico Oriental, esta especie forma parte de la captura incidental en redes de cerco, a pesar del aumento de esfuerzo del uso de “Fish Aggregating Devices” (FADS). No se ha realizado una evaluación de la población.

Temporadas y zonas de pesca deportiva: se puede capturar a lo largo de todo el año, sin embargo en Guanacaste las probabilidades de pesca aumentan entre julio y agosto (Cuadro 5.6). Se encuentra en aguas oceánicas y en áreas cercanas a formaciones rocosas. En Guanacaste se pesca cerca de Islas Catalinas, Islas Murciélagos, y en las zonas norte y sur de Playas del Coco.

Cuadro 5.6. Temporadas captura (en gris) de las principales especies objetivo de pesca deportiva en Guanacaste, Costa Rica.

Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<i>Istiophorus platypterus</i> (Pez Vela)												
<i>Makaira mazara</i> (Marlin Azul)												
<i>Kajikia audax</i> (Marlin rayado)												
<i>Coryphaena hippurus</i> (Dorado)												
<i>Nematistius pectoralis</i> (Pez Gallo)												
<i>Thunnus albacares</i> (Atún aleta amarilla)												
<i>Acanthocybium solandri</i> (Wahoo)												

Identificación y descripción de los sitios utilizados para el buceo subacuático, principalmente en el Pacífico Norte y Cabo Blanco y el conflicto entre buceo de pesca con compresor y buceo recreativo scuba

El turismo nacional e internacional es una actividad económica de gran importancia para el Pacífico Norte de Costa Rica, y Pacífico el buceo es una de las grandes atracciones turísticas de la zona. El sitio en donde opera la mayor cantidad de centros de buceo es Playas del Coco, con aproximadamente 6 centros de buceo. Esta industria aporta ingresos a las comunidades, ya que las visitas de buceo implican la salida al mar, transporte, alimentación y demás servicios requeridos por el turista y que en muchos casos son proveídos por personas del pueblo. A pesar de que el buceo recreativo no es una actividad extractiva, la excesiva visitación a los mismos sitios produce un deterioro de los arrecifes y una

disminución de la diversidad (Ibarra-Gene 2006). Los sitios de buceo en el Pacífico Norte están principalmente en las cercanías de Playas del Coco, como Viradores, Cabeza de Mono, Sorpresa, Tortugas, Punta Gorda entre otros (consultar <http://www.deepblue-diving.com/es/tauchplaetze.html> para más sitios por ejemplo de la empresa Bluediving).

En el Pacífico Norte también es común la pesca con compresor, tanto para la extracción de organismos de consumo como para el negocio de los acuarios. Esta pesca causa un impacto negativo sobre los ambientes arrecifales que es magnificado por la falta de regulaciones fundamentadas en datos científicos. Según los operadores de buceo de Playas del Coco y Ocotlán muchos de los sitios de buceo recreativo son utilizados para la extracción de peces ornamentales. La pesca de ornamentales afecta el buceo turístico porque se dirige hacia las especies más llamativas y como consecuencia disminuye el atractivo escénico de estos sitios turísticos. Además los guías submarinos afirman que ocasionalmente encuentran pescadores extrayendo ostiones o peces durante los tours, causando una mala impresión a los turistas.

La pesca con compresor también conlleva impactos negativos a la salud de los pescadores, debido a la falta de entrenamiento en buceo y la pesca en profundidades excesivas. Como consecuencia, se han reportado varios casos de accidentes de descompresión. Además es una actividad que no genera mucha ganancia económica porque los pescadores obtienen 500 colones por cada pez de acuario y no aporta beneficios a la comunidad (Ibarra-Gene 2006). Al parecer las personas que se dedican a la pesca con compresor en Cuajiniquil lo hacen por tradición familiar, sin embargo cada vez son menos las embarcaciones que pescan de este pueblo. Esta situación se debe parcialmente a la constante disminución de las capturas. Recientemente en Cuajiniquil se está formando una asociación de buzos que pescan para empezar a ser escuchados como grupo de parte de INCOPESCA. En Cuajiniquil no hay conflictos con el buceo deportivo puesto que en este lugar el turismo es escaso.

Conflictos detectados, recomendaciones, conclusiones

Conflictos comunes en toda la región.

Las instituciones gubernamentales encargadas de regular las pesquerías están presentes en el Pacífico Norte. INCOPESCA cuenta con una dirección regional en Playas del Coco, mientras que el Servicio Nacional de Guardacostas cuenta con una estación en Flamingo. Sin embargo, las embarcaciones en la zona no son suficientes para vigilar la actividad pesquera y ejecutar la ley de pesca (Espinoza

2006). Existe poca regulación pesquera por parte de INCOPESCA y los guardacostas, que orientan la mayoría de sus esfuerzos al narcotráfico.

Desarrollo de comunidades de pescadores.

1. Los pescadores artesanales se distribuyen en pequeñas comunidades a lo largo de la costa del Pacífico norte, mientras que los palangreros se concentran en Playas del Coco y Cuajiniquil.
2. Las asociaciones de pescadores artesanales por lo general no cuentan con transporte propio y como consecuencia dependen de intermediarios para comercializar su producto. Consecuentemente, venden sus capturas a precios muy bajos. Una oportunidad sería vender los productos pesqueros directamente a los hoteles de la zona y supermercados nacionales.
3. Se necesita ofrecer alternativas de trabajo en las comunidades pesqueras para minimizar los impactos socioeconómicos de la sobre-explotación de los recursos. En comunidades como Cuajiniquil y Coyote existen pocas alternativas de trabajo, que tiene repercusiones sobre la calidad de vida de los pescadores. En contraste, el turismo es una alternativa viable de trabajo en Santa Teresa y Malpaís que mejora las condiciones socioeconómicas de los pescadores. Aunque en el Golfo de Papagayo el turismo está muy desarrollado, es difícil insertar a los pescadores artesanales dentro de este modelo.
4. El primer paso para manejar una pesquería es tener la información.
5. Es necesario Sin embargo no se están recolectando los datos adecuados para llevar a cabo análisis pesqueros como evaluaciones de stock.

Competencia por los recursos y sobre-explotación.

1. En el Pacífico Norte de Costa Rica, existen 5 áreas marinas protegidas (1000 km² aproximadamente) (SINAC 2008), en las que la pesca y extracción de recursos están prohibidas. El Área de Conservación Guanacaste (ACG) se encuentra rodeado por comunidades pesqueras, cuyo uso de las zonas marinas difiere de los usos permitidos dentro del ACG. Los pescadores de Cuajiniquil, El Jobo, Soley y Playas del Coco tienden a realizar actividades prohibidas dentro del ACG, como la pesca artesanal, pesca de camarón, buceo, extracción de peces de colores, cambute, pulpo, ostiones y langosta. Sin embargo, las comunidades locales no son las únicas que realizan actividades ilegales dentro del parque, embarcaciones nicaragüenses también la atraviesan, tanto para pescar como para transportar inmigrantes (Mendez 2005).

Adicionalmente, existe una competencia por los recursos entre la flota palangrera y la de pesca deportiva; entre la pesca de peces ornamentales, la pesca artesanal con el buceo recreativo (Espinoza 2006); entre la flota artesanal y la flota camaronera; en el sur de Guanacaste existe una competencia entre pescadores locales y los de Puntarenas, que ejercen una presión pesquera mucho más fuerte.

2. La pesca artesanal en la zona es una pesquería multi-específica y debería de ser manejado como tal.
3. Las capturas están bajas y el precio de insumos como el hielo, la carnada, la gasolina y transporte está subiendo. Como consecuencia, las pesquerías se están volviendo económicamente no rentables.
4. Se están observando periodos prolongados de bajas capturas seguidas por explosiones poblacionales de ciertas especies, que pueden estar indicando desbalances en el ecosistema marino.
5. Mientras que algunos pescadores perciben a las áreas marinas protegidas como algo positivo, otros lo perciben como algo negativo. Si los AMP se protegen de la pesca ilegal, por lo general los pescadores tienen una mejor percepción de los mismos, porque funcionan como un “criadero” de peces.
6. En general, la pesca deportiva o turística no se percibe como competencia por parte de los pescadores artesanales. Sin embargo, en la mayoría de los casos este servicio no se ofrece como “pesque-libere”; y no hay estadísticas sobre el porcentaje de peces capturados por medio de esta pesca.

5.3.5. Recomendaciones

Durante el trabajo de campo realizado para esta consultoría, no se pudieron aplicar encuestas estructuradas a pescadores. Esto hubiera requerido de mucho trabajo previo para formar una relación de confianza con los pescadores.

1. Algunas recomendaciones a partir de investigaciones de Arauz *et al* (2007) son reducir el esfuerzo palangrera, cambiar el método de pesca de atún, establecer porcentajes de descargas máximas para algunas especies e implementar un sistema de observadores a bordo.
2. Se tiene que tomar en cuenta que para evaluar las poblaciones pesqueras y determinar el grado de explotación que están sufriendo, se debería de tener información por especie de 30 años de capturas. En la actualidad, ni siquiera se están recogiendo información por especie. Se necesita mejorar el sistema de colecta de información para manejar los recursos.

3. A partir de la información existente, y generada por este proyecto, se recomienda considerar los siguientes vacíos de conservación: Cuajiniquil, Bahía Salinas, parte sur de Cabo Blanco, Caletas-Camaronal-Coyote. Sin embargo, antes de crear áreas marinas protegidas (AMP) nuevas, se debería de mejorar la protección de las AMP existentes.
4. Para poder identificar correctamente el estado de conservación de especies pelágicas que tienen interés en la pesca deportiva es necesario tener más información (Musick, 1999).
5. Zonificar adecuadamente los sitios de buceo deportivo y los de pesca subacuática de manera que se aminore el conflicto por la competencia por los recursos.

5.3.6. Peces de fondos duros infralitorales

Caracterización de los fondos duros infralitorales, para identificar las especies de peces comerciales presentes

El conocimiento de los peces que habitan fondos duros infralitorales en el Pacífico Norte de Costa Rica es escaso. En la literatura se pueden encontrar unos pocos artículos que se refieren a una especie en particular, como por ejemplo tiburón punta blanca (Lanyon 2011) o peces afectados por la pesca ornamental (McCauley *et al.* 2008), además solo existen dos estudios publicados que se han dedicado a documentar la diversidad de peces de arrecife en la zona (Dominici-Arosemena *et al.* 2005, Espinoza y Salas 2005). La región abarcada por estos estudios comprende únicamente Bahía Culebra y los arrecifes de Islas Catalinas y playa Ocotol. El presente trabajo se realizaron dos muestreos en Punta Coyote (9.7655 N, -85.27539 O), uno en el Bajo Isla Cabuya (9.58661 N, 85.07667 O) y otro en Bajo del Gallo (9.61048 N, 85.06828 O). Todos estos puntos se encuentran en zonas más hacia Cabo Blanco, la cual comprende hasta el momento un vacío de información.

Metodología

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos se realizaron tres tipos de actividades:

1) Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión de toda la información disponible publicada (informes técnicos y publicaciones científicas) sobre fondos duros infralitorales para determinar las especies de peces de importancia comercial presentes.

2) Análisis de bases de datos del Museo de Zoología, UCR

Se realizó un análisis con las especies de peces depositadas en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica recolectadas en la zona del Pacífico norte que presentaron importancia comercial. Estas fueron catalogadas según su hábitat en : a) especies exclusivas de fondo rocoso infralitoral, b) especies presentes tanto en fondo rocoso infralitoral como en fondo lodoso, c) especies exclusivas de fondo lodoso y d) pelágicas. Además, se determinó el tipo de uso comercial que se le da a las especies de fondo duro infralitoral según: a) pesquerías (consumo humano, carnada para pesca), b) pesca deportiva o c) como atractivo en buceo recreativo.

3) Censos visuales (metodología detallada)

Para determinar la diversidad y abundancia de especies de peces presentes en fondos duros infralitorales se realizaron censos visuales por medio de buceo Scuba en la zona de Coyote (9.76494° N- 85.27539° O) y Cabo Blanco (9.7655° N-85.27539°O). En cada sitio se realizaron 2 inmersiones y en los censos visuales se siguió una modificación de la metodología de Bohnsack y Bannerot (1986): dos buzos permanecieron cada uno en un punto separados por 12 m. Cada uno determinó un cilindro imaginario de 6 m de radio y por un tiempo aproximado de 5 min se registraron las especies de peces que se encontraron en el cilindro, así como su abundancia. También en los minutos siguientes a ese periodo se estimó la longitud total de los organismos, ya que de esta manera se podría detectar la presencia de juveniles.

Resultados

El mayor número de especies para la zona fue reportado por Dominici-Arosemena y colaboradores (2005) ya que el esfuerzo de muestreo fue significativamente mayor que el de Espinoza y Salas (2005) y el del presente. La lista de especies obtenida durante ambos estudios se presenta en el Cuadro 1. Los sitios muestreados por los trabajos previos son lugares que se utilizan más frecuentemente para el buceo recreativo por lo cual es de esperar el gran número de especies de arrecife encontradas y la poca diversidad relativa de especies comerciales. Como se menciona en este mismo informe, la parte más al sur del área de estudio es una región donde no se da el buceo turístico y las regiones infralitorales son utilizadas por los pescadores artesanales para la extracción de recursos como peces, langostas y moluscos. Esto se ve reflejado en las especies obtenidas en los pocos censos realizados en la zona, que a pesar de representar un esfuerzo de muestreo mínimo si se compara con los estudios previos, reporta varias especies de pargos que son de gran importancia comercial (Cuadro 5.6).

El Bajo del Gallo fue descrita por los pescadores como un sitio importante de pesca de pargo cola amarilla (*Lutjanus argentiventris*). Durante el censo en este

sitio se observó una gran cantidad de individuos tanto de esta especie de pargo, como del pargo mancha (*Lutjanus gutatus*) y gran abundancia de roncadores juveniles de (*Haemulon maculicauda*). De igual manera aunque en menor abundancia, en este sitio se documentaron dos especies más de pargos (*Lutjanus inermis* y *Hoplopagrus guenterii*). Aunque el presente estudio solo incluyó pocos muestreos puntuales, los datos indican que el Bajo del Gallo podría ser importante. Sin embargo es necesario un muestreo más intenso y en diferentes épocas para determinar si el Bajo del Gallo es un hábitat esencial para los pargos durante su ciclo de vida y un criadero de roncadores. Además, dado que se utiliza para la pesca, podría ser importante monitorear la zona para detectar cambios en las poblaciones o comunidades de los fondos duros infralitorales causados por la pesca.

En otros puntos de muestreo como Punta Cabuya también se encontró pargo mancha, sin embargo en menor cantidad que en Bajo del Gallo. En este sitio además de la presión por pesca que pudieran estar sufriendo las poblaciones, se detectó importante cantidad de desechos sólidos tanto en la superficie como en el fondo a profundidades cercanas a los 10 m. Este es otro efecto antropogénico que podría afectar el estado de los recursos explotables.

Recomendaciones

Dado que la parte sur del área de estudio está menos estudiada y que los muestreos hechos sugieren que los fondos duros infra litorales pueden ser importantes para especies de valor comercial como pargo o roncadores. Es recomendable hacer estudios más extensos en tiempo y espacio para monitorear las poblaciones de recursos explotables de la zona y ver el efecto de la actividad humana sobre los mismos (pesca y contaminación).

5.4. Cetáceos

5.4.1. Introducción

En las aguas del océano Pacífico de Costa Rica se espera la presencia de 27 especies de cetáceos (May-Collado 2009). De las anteriores, se ha confirmado la presencia de 19, tanto en aguas neríticas como oceánicas dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del país (May-Collado *et al.* 2005). Dentro de las ballenas barbadas reportadas, la más común y conocida en el país es la ballena jorobada *Megapteranovaeangliae*. En el Pacífico norte se han registrado avistamientos en el Golfo de Papagayo, Bahía Cuajiniquil, Santa Elena y solo un registro para Cabo Blanco (Calambokidis *et al.* 2000, May-Collado *et al.* 2005, Martínez-Fernández *et al.* 2010, Rasmussen y Calambokidis 2011). Rasmussen *et al.*

(2007) describen las costas de Guanacaste y Puntarenas (Costa Rica) como el *área de crianza y reproducción Centroamericana* para ballenas jorobadas, ya que nacen en aguas tropicales de la región para luego realizar migraciones a zonas de alimentación (May-Collado *et al.* 2005, Rasmussen 2006, Rasmussen *et al.* 2007, Calambokidis *et al.* 2008, Rasmussen y Calambokidis 2011). Los tamaños grupales promedio de jorobadas se encuentran entre 1.6 a 2 individuos (Rasmussen 2006, Martínez-Fernández *et al.* 2010), aunque se han reportado grupos de hasta cinco individuos (Rasmussen y Calambokidis 2011). Los avistamientos se reportan en aguas de profundidad menor a los 50 m, en donde es frecuente encontrar parejas de madre-cría (Martínez-Fernández *et al.* 2010, Rasmussen y Calambokidis 2011).

Otra especie relevante para la zona es el delfín manchado *Stenella attenuata*. Esta ha resultado la especie más estudiada y avistada en el Pacífico norte y sus patrones de abundancia se han asociado a zonas de afloramientos costeros en el Golfo de Papagayo (May-Collado y Morales-Ramírez 2005). Esto hace que la abundancia de estos grupos se presenten con mayor probabilidad en la época seca y finales de lluvias -Oct-Nov-, con respecto a la época de lluvias -Mayo-Nov- (May-Collado y Morales-Ramírez 2005). Adicionalmente, Martínez-Fernández colaboradores (2010), encontraron que para la Bahía Cuajiniquil y Santa Elena los delfines manchados son más abundantes a inicio de la época lluviosa (Mayo y Junio).

Así mismo, el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* se presenta frecuentemente en la zona de estudio. Este se ha reportado para Bahía Cuajiniquil y Santa Elena, Golfo de Papagayo y parte externa de la península de Nicoya (May-Collado *et al.* 2005, Palacios-Alfaro 2007, Martínez-Fernández *et al.* 2010).

5.4.2. Objetivos

El objetivo de este estudio es la identificación de zonas de importancia para cetáceos en el pacífico norte especialmente en las zonas que se encuentran fuera de áreas silvestres protegidas o relacionadas con los vacíos de conservación de GRUAS II.

5.4.3. Metodología

Registro de datos

Para la colecta de datos se diseñaron rutas de navegación, las cuales se repartieron en cada uno de los estratos de trabajo: Santa Elena, Punta Gorda-Punta Pargos y Cabo Blanco. Entre Enero y Mayo del 2012 se realizaron al menos 3 salidas de recorrido por estrato de ocho horas cada una (detalles del esfuerzo de muestreo en resultados). Para cada ruta se siguieron transectos de banda de un

km de ancho para ubicar cetáceos. Dentro de los transectos se visitaron tanto las aguas dentro como fuera de áreas silvestres protegidas (Parque Nacional Santa Rosa y Parque Marino las Baulas). Éstas se realizaron paralelamente a la costa a unos 5 a 10km dependiendo de las condiciones del mar. Además se utilizó como plataforma de oportunidad las embarcaciones de la zona de Bahía Ballena, quienes realizan salidas en el estrato de Santa Elena. En cada avistamiento se registró la posición geográfica, especie, fecha y hora. Una vez tomados los datos se continuaba con el recorrido.

Estadística

Tomando en cuenta que la colecta de datos de avistamientos resulta costosa en tiempo y en recursos, se realizó un esfuerzo por compilar datos generados en este estudio en conjunto con estudios anteriores que permitieran corregir estos datos en sus diferencias de esfuerzo y metodologías. Se tomó como supuesto que las probabilidades de encuentro de cetáceos en los estratos es la misma y que las variables que definen la presencia (profundidad ≤ 200 m y temperatura $\bar{x}$ anual = 28.8 °C) en los estratos muestreados es homogénea.

Con esto se realizó un análisis geo estadístico de Kriging ordinario, que pretende predecir linealmente la continuidad espacial de los grupo de cetáceos presentes en los estratos, basado en la interpolación de los datos de avistamientos (discontinuos) para determinar su continuidad en el espacio no muestreado. Esta estimación es robusta, ya que se basa en la función continua que explica el tamaño de grupo en las distintas direcciones del espacio. Por lo tanto, los valores de tamaño de grupo serán más parecidos entre más cercanos estén, pero no serán necesariamente cercanos a la media poblacional. Se obtendrá un modelo de predicción utilizando el programa R2.15.

Con el fin de obtener una mejor resolución de datos, se utilizaron los registros tomados entre los años 2004-2011 según Martínez-Fernández, y colaboradores 2010 y los presentados en el 2005 por May-Collado *et al.* (2005). Adicionalmente, un avistamiento registrado por Palacios y Rodríguez (2008) también fue incorporado.

5.4.4. Resultados

A la fecha, se tiene registro de 15 especies pertenecientes a cinco familias, a partir de avistamientos o encallamientos en aguas costeras del Pacífico norte (Cuadro 5.7). De las publicaciones previas de la zona se lograron referenciar 164 avistamientos de ballenas y delfines de distintos años. De los datos de campo se colectaron 46 avistamientos en 48 días distintos de muestreos: 11 días en Santa

Elena, 4 en Punta Pargo-Punta Gorda y 33 a Cabo Blanco. Las especies avistadas fueron: *Megapteranovaeangliae*, *Stenella attenuata* y *Tursiops truncatus*

La predicción de zonas de mayor agregación de cetáceos basado en la interpolación de los datos de campo y de literatura, muestra las zonas de importancia en los estratos estudiados (Fig. 5.24 y 5.25).

Al juntar los avistamientos de las especies de delfines *Stenella attenuata* y *Tursiops truncatus*, la predicción de tamaños de grupos más grandes se encuentran frente a sitios conocidos como Playa Blanca - Los Farallones, frente playa Pargos y en la zona de la boca del Golfo de Nicoya (Fig. 5.24).

Sin embargo, al analizar solamente los registros de ballenas jorobadas, la predicción varía. Esto debido a que los mayores avistamientos se dan de madres con crías. Las áreas de mayor agregación se dan en Santa Elena – Farallones y frente a Montezuma – Curú. Las agregaciones de individuos son importantes en la zona de Golfo de Papagayo – Cabo Blanco (Fig. 5.25).

Cuadro 5.7. Cetáceos reportados en aguas costeras en el Pacífico norte, Costa Rica.

Especie	Localidad	Referencia
Ballena Sei <i>Balaenoptera borealis</i>	Playa Papaturro	María Marta Chavarría com. pers. Área Conservación Guanacaste
Ballena jorobada <i>Megaptera novaeangliae</i>	Bahía Cuajiniquil, Papagayo, Cabo Blanco, Flamingo y Potrero.	Rodríguez y Cubero 2001, May-Collado et al. 2005, Calambokidis et al 2008, Martínez et al. 2010, Rasmussen y Calambokidis 2011,
Cachalote <i>Physeter macrocephalus</i>	Playas del Coco, Potrero y Santa Elena	Rodríguez y Cubero 2001
Calderón de aleta corta <i>Globicephala macrorhynchus</i>	Playa Ostional	Rodríguez y Cubero 2001
Delfín de Risso <i>Grampus griseus</i>	Región externa de Península de Nicoya	Holt 1983
Orca <i>Orcinus orca</i>	Bahía San Elena	Martínez y Garita 2006, Martínez-Fernandez et al. 2010
Delfín cabeza de melón	Golfo de Nicoya	Rodríguez y Cubero 2001

Especie	Localidad	Referencia
<i>Peponocephala electra</i>		
Falsa orca <i>Pseudorca crassidens</i>	Playa Nancite Región externa de Península de Nicoya	Holt 1983, Damián Martínez com. pers.
Delfín manchado <i>Stenella attenuata</i>	Bahía Cuajiniquil y Culebra, Golfo de Papagayo, Región externa de Península de Nicoya, Playa Flamingo	Holt 1983, Rodríguez y Cubero 2001, May-Collado y Morales Ramírez 2005, May- Collado et al. 2005
Delfín listado <i>Stenellacoeruleoalba</i>	Región externa de Península de Nicoya	Holt 1983
Delfínrotador <i>Stenella longirostris</i>	Región externa de Península de Nicoya	Holt 1983
Delfín de dientes rugosos <i>Steno bredanensis</i>	Golfo de Papagayo, Playa	May-Collado y Morales Ramírez 2005
Delfín nariz de botella <i>Tursiops truncatus</i>	Bahía Santa Elena	May-Collado et al. 2005, Martínez et al. 2010
Cachalote enano <i>Kogiasima</i>	Playa Flamingo	David Palacios com. pers.
Zifio de Cuvier <i>Ziphius cavirostris</i>	Playa Grande	David Palacios com. pers.

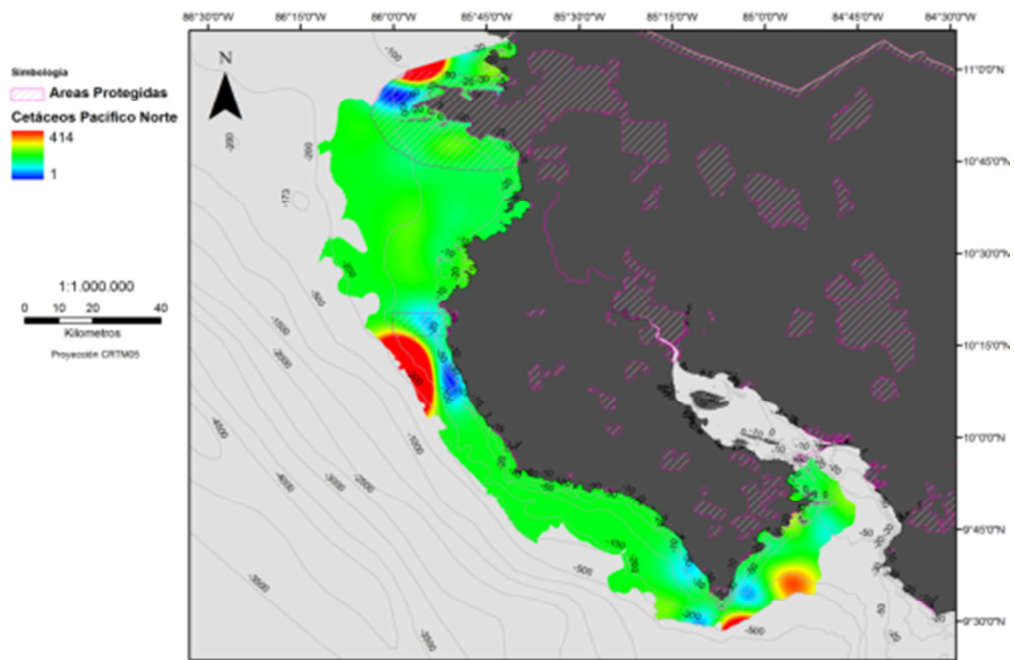


Figura 5.24. Mapa de análisis de interpolación de tamaños de grupos de delfines *Stenella attenuata* y *Tursiops truncatus* presentes en el área de estudio.

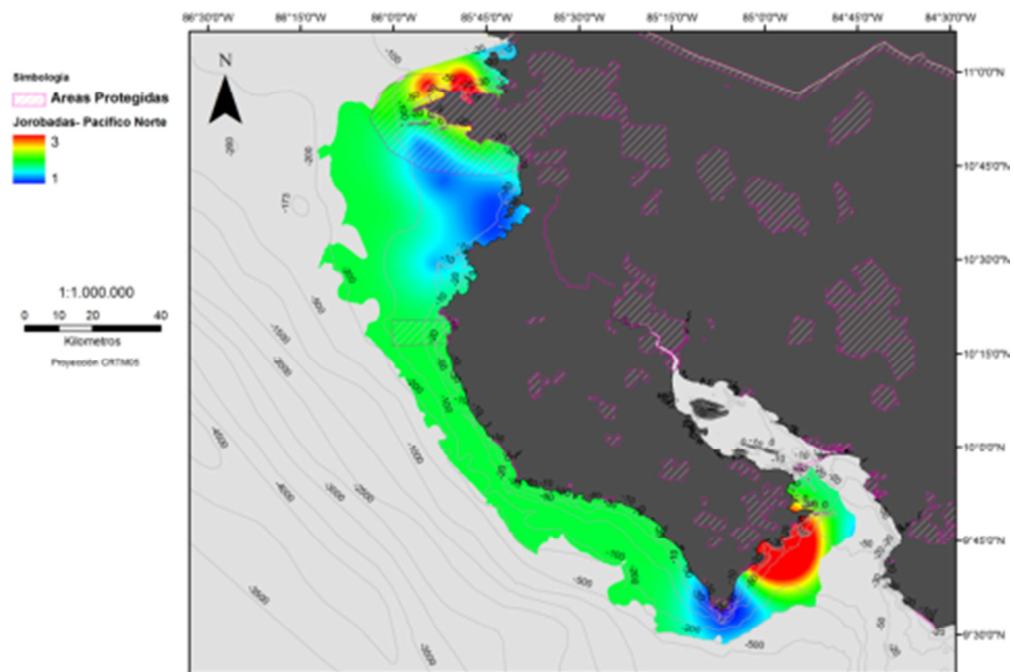


Figura 5.25. Mapa de análisis de interpolación de tamaños de grupo para *Megaptera novaeangliae* presentes en el área de estudio.

5.4.5. Discusión y Conclusiones

Según reportes previos mostrados en el Cuadro 5.7, a la fecha es de esperar mayor diversidad de cetáceos en las zonas costeras del Pacífico norte. Sin embargo, solo fueron tres especies de cetáceos las reportadas en las giras de este estudio, lo cual concuerda con lo esperado para las áreas costeras según Martínez-Fernández y colaboradores (2010). A pesar de esto, esta es la primera vez que se realizan reportes de cetáceos en zonas que antes no se han estudiado, especialmente fuera de las áreas silvestres protegidas, como es el caso del área entre el sur de las Islas Catalinas hasta Punta Pargos y la zona entre Montezuma y Curú.

Aunque es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo para determinar el uso de hábitat de las especies, se determinaron algunas zonas de agregación de importancia como: Santa Elena-Murciélagos, Tamarindo-Punta Pargos y Cabo Blanco-Curú. Para delfines estas zonas pueden ser de importancia para la alimentación, ya que se ha determinado que se presentan grupos más numerosos que invierten más tiempo en áreas de forrajeo (May-Collado y Morales-Ramírez 2005). También es importante notar que las agregaciones numerosas no parecen presentarse en zonas de alto tránsito de botes o turismo como lo son Playas del Coco, Flamingo, Islas Catalinas o Tamarindo. Esto es de consideración, ya que en el Pacífico sur se ha determinado que las agregaciones de delfines para el descanso en los alrededores de la Isla del Caño son prácticamente nulas en momentos en donde hay botes de turismo (Montero-Cordero y Lobo 2010).

En el caso de las ballenas, las zonas de agregación cambian con respecto a los delfines. Si bien se diferencian zonas de mayor o menor agregación, todas resultan de relevancia debido a que todos los individuos en nuestras aguas están involucrados en procesos de apareamiento o de crianza (May-Collado *et al.* 2005, Rasmussen 2006, Rasmussen *et al.* 2007, Calambokidis *et al.* 2008, Rasmussen y Calambokidis 2011). De esta manera, las áreas de Santa Elena y Montezuma-Curú presentan grupos más grandes (machos competitivos o madres con crías y escoltas). Por otro lado, individuos solitarios o madres con crías se pueden encontrar en la zona de Golfo de Papagayo y Cabo Blanco. Estos reportes de ballenas parecen estar ligadas a zonas poco profundas (<100 m), al igual que en otros sitios de Costa Rica, donde las mismas han mostrado preferencia por zonas con profundidades menores a los 100 m (Oviedo y Solís 2008).

En conclusión, se hace evidente que las zonas importantes de presencia de cetáceos en el Pacífico Norte ocurren tanto en áreas protegidas como no protegidas. Resaltan las zonas que se consideran como vacíos de conservación por GRUAS II que al momento no poseen ningún tipo de manejo, por lo que se vuelve crítico desarrollar procesos de gestión para la conservación de cetáceos en la zona. Estas zonas son el vacío de conservación de Santa Elena y alrededores, el paso entre la Bahía Culebra-Santa Rosa-Murciélagos, el área frente Punta Pargos y por

último las zonas en los alrededores de Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco. Esta última área silvestre protegida se ha querido ampliar hacia la zona interna del Golfo de Nicoya (Lara Anderson com. pers.), lo cual resulta conveniente si se observa un punto de importancia localizado frente a Montezuma y Curú.

6. OCEANOGRAFÍA Y METEOROLOGÍA

6.1. Introducción

6.1.1. Caracterización climática de la región

Alfaro *et al.* (2012) y Alfaro y Cortés (2012) elaboraron una caracterización climática de la región costera de la del Pacífico Norte de Costa Rica. Según estos estudios y de acuerdo a la clasificación del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN, <http://www.imn.ac.cr>, última visita 22/06/2011) esta región tiene un régimen climático que corresponde a la región del Pacífico Norte o seco, ya que presenta un período de disminución de lluvias bastante marcado entre los meses de diciembre y marzo, seguido por dos periodos de máxima precipitación: el primero en mayo-junio y el segundo, mayor que el primero, en agosto-setiembre-octubre. Dichos máximos están separados por un periodo de disminución de la precipitación, normalmente observado en julio, llamado “*veranillo*” (también conocido como *veranillo de San Juan* o *canícula*). Los meses de abril y noviembre se consideran periodos de transición entre las temporadas secas y lluviosas y viceversa (Magaña *et al.* 1999, Taylor y Alfaro 2005).

Las temperaturas mínimas registradas en la estación meteorológica de Liberia, representativa de la región, presentan un máximo durante mayo-junio y un mínimo durante el invierno boreal. El máximo de la temperatura mínima coincide a su vez con el primer máximo de precipitación de la estación lluviosa. Por su parte las mayores temperaturas máximas se observan durante marzo-abril, previo al inicio de la temporada lluviosa y las menores durante setiembre-octubre, cuando se presenta la mayor cantidad de precipitación del ciclo anual, siendo abril el mes de la máxima temperatura media y octubre y noviembre los de menor temperatura media.

Sobre la vertiente del Pacífico de Costa Rica, la magnitud del viento es normalmente más fuerte durante el invierno y primavera boreal, con dirección predominante del este (viento alisio) y disminuye durante el verano y otoño boreal (Alfaro 2002). Durante estas dos últimas estaciones climáticas del año también se observa la formación de sistemas meso-escalares de brisa marina, asociados a aguaceros vespertinos, acompañados algunas veces de tormentas eléctricas. Existen dos sistemas sinópticos transitorios dominantes sobre Costa Rica y que afectan la zona del Pacífico Norte. Durante el invierno-primavera estos son los frentes fríos que incursionan por el Caribe, los cuales refuerzan el viento con componente del este sobre el país. Durante el verano-otoño, la posición más al norte de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) intensifica los oestes ecuatoriales (Lizano 2007). Por otro lado, los ciclones tropicales durante esta época, también favorecen la aparición de vientos con componente del oeste u

“oestes sinópticos” (Muñoz *et al.* 2002).

De acuerdo con Amador *et al.* (2006), durante el invierno boreal, el movimiento hacia el sur de estas masas de aire polar asociadas con los frentes fríos, crea fuertes gradientes de presión entre la región del Caribe y del Pacífico Tropical del Este. Este viento es canalizado a través de depresiones topográficas en América Central. De acuerdo a Kessler (2006), una de ellas se ubica en las tierras bajas del sur de Nicaragua y del Norte de Costa Rica, la cual produce una corriente en chorro, cuyos vientos son conocidos como los “papagayos” (o *Papagayo wind jet* en inglés), con velocidades máximas cercanas a los 50 m s^{-1} . Estas corrientes en chorro se pueden extender hasta unos 500 km mar adentro desde la costa pacífica de América Central y su escala temporal es corta, del orden de las semanas. Amador (2008) encontró que al analizar el ciclo anual de la Corriente en Chorro de Bajo Nivel del Caribe durante el invierno boreal, ésta presenta un máximo secundario, lo cual influye también en el reforzamiento del viento con componente del este sobre el norte de Costa Rica. Vargas (2002), usó imágenes de satélite, vientos medidos con escaterómetro y una estación meteorológica en Cuajiniquil, Costa Rica y encontró una clara relación entre la velocidad de los vientos y el fenómeno de surgencia en el Golfo de Papagayo. También observó un corrimiento de vórtices anticiclónicos hacia el norte, formados en el mismo golfo.

Durante el paso de los frentes fríos por el Caribe, se presentan vientos fríos del norte y los mismos ocurren generalmente durante diciembre-marzo (Brenes *et al.* 2003, González 1999), donde el máximo de empujes fríos observado en América Central según Zárate (2005) se presenta durante el mes de enero. Estos vientos fríos se llaman comúnmente como “nortes” (Magaña y Vázquez 2000). Estas masas de aire frío asociados a los frentes provienen del noroeste de Canadá y de la región polar y se profundizan hasta latitudes tropicales en el Caribe, alcanzando incluso el norte de América del Sur, produciendo generalmente eventos de viento fuerte y lluvia sobre la cuenca. Añaden Fallas y Oviedo (2003) que una de las condiciones que originan los “temporales del Caribe” en Costa Rica, es la proyección de estos frentes fríos hasta el mar Caribe, en particular, a partir de la llegada de estos al Golfo de Honduras. En donde se entiende por temporal como “una condición de cielo nublado durante varios días, con al menos 24 horas seguidas de lluvia persistente, de intensidad variable y que llueva a cualquier hora del día”. Cuando esta condición se presenta en la vertiente Caribe de Costa Rica, en la costa del Pacífico el tiempo por lo general es más seco, ventoso y caliente debido al efecto Foehn o Föhn (Alvarado 2001).

6.1.2. Caracterización oceanográfica

Los primeros estudios de las corrientes superficiales en el Pacífico Tropical Este (PTE) los realizó Wyrтки (1965), basados en los mapas climatológicos

mensuales publicados por el U.S. Hydrographic Office (Anónimo 1947). En estos mismos estudios se identificó el patrón de corrientes sobre esta región, situando sobre el borde sur del anticiclón del Pacífico Norte la Corriente Ecuatorial del Norte (CEN) con dirección hacia el oeste, sobre el borde norte del anticiclón del Pacífico Sur, la Corriente Ecuatorial del Sur (CES) con dirección hacia el oeste también, y entre estas corrientes, se observa la Contracorriente Ecuatorial (CCE) que fluye hacia el este.

Propiamente sobre la costa de Costa Rica varios estudios mencionan la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) (Wyrтки 1965, Badan-Dangon 1988, Kessler 2006, Lavin *et al.* 2006). Desde mediciones con la deriva de los barcos, Wyrтки (1965) postula que esta corriente en octubre puede alcanzar el Golfo de California. Badan-Dangon (1988) señala que la CCCR se encuentra sobre el extremo este de la PTE, comenzando en la salida del Golfo de Panamá hasta donde llega la CCE, luego gira hacia el norte a través de Centroamérica y México. También señala la interrupción de esta corriente por vientos fuertes a través del Golfo de Tehuantepec producto del invierno boreal. Kessler (2006) también menciona que el flujo hacia el noroeste sobre el lado este del Domo Térmico de Costa Rica, es conocida como la CCCR, con velocidades promedio de cerca de 20 cm/seg, y que continúa bordeando la costa oeste de Centroamérica. Aunque también señala Kessler (2006), que no es claro que esta corriente sea la misma que alcanza México, y prefiere llamar la extensión de esta corriente en México con otro nombre.

El Pacífico Norte de Costa Rica se caracteriza por afloramientos intensos durante el invierno boreal (Legeckis 1988, McCreary *et al.* 1989, Müller-Karger and Fuentes-Yaco 2000). Estos eventos fuertes de viento están asociados a condiciones de afloramiento o surgencia, mar adentro del Golfo de Papagayo, debido principalmente al efecto del bombeo de Ekman (Kessler 2006), sin embargo, también se ha documentado que asociados a los mismos, la canalización de estos vientos del noreste a través de pasos cordilleranos también puede producir surgencia o afloramiento en cuerpos semicerrados en la costa pacífica de Costa Rica (Brenes *et al.* 2003), ya que al desplazar estos vientos agua superficial fuera del golfo o la bahía, esta es sustituida por agua más fría proveniente de niveles más profundos.

Como lo describe el artículo de Lizano (2007) los oleajes que alcanzan al Pacífico Norte de Costa Rica, pueden ser remotos o locales. Oleajes remotos, conocidos como marejadas de fondo, se generan en el Pacífico Sur de nuestro planeta y alcanzan esta región con suficiente energía, o son retroalimentados por otros sistemas atmosféricos en su camino hasta las costas Centroamericanas. Oleajes locales, conocido como mar de viento, se pueden formar por tormentas locales frente a las costas de Guanacaste, por frentes fríos del norte, sistemas de alta presión en el Atlántico Norte, por tormentas tropicales en el PTE, o por efectos

indirectos de huracanes en el Caribe (Lizano 2007). Los frentes fríos de norte frecuentemente producen un viento con componente norte que genera mar picado (mar de viento) cuya energía es mayor en la medida en que este viento tenga espacio (alcance) para generar oleaje. Sí por ejemplo, un norte puede generar mar de viento con suficiente energía entre la Península de Santa Elena e Islas Viradores en Playas del Coco. Pero un norte no genera mar de viento en el interior de Bahía Culebra, pues la topografía local, protege este cuerpo de agua. Sin embargo, un noreste, que se convierte en este en esta zona de la topografía, puede generar mar de viento con suficiente energía a lo largo de Bahía Culebra, y genera mar de viento con suficiente energía conforme se aleje de las costas.

La dinámica de esta CCCR, y más aún, la interacción que tenga con los rasgos costeros de Costa Rica y su variación estacional, no es conocida. Específicamente sobre el Pacífico Norte de Costa Rica (Golfo de Papagayo), Fonseca (2006) indica que la circulación en esta zona está influenciada por la CCCR que siempre fluye hacia NO y O, y que además, hay circulaciones locales derivadas de la CCCR según la marea y el oleaje; pero estas aseveraciones no corresponden a mediciones propiamente, sino más bien a inferencias sobre trabajos no publicados. Jiménez (2001) indica que los vientos del invierno boreal pueden producir afloramientos con cambios en la temperatura superficial del agua de hasta 10 grados en esta región.

En este estudio se busca caracterizar y analizar los factores oceanográficos de los sitios de estudio que permitan ampliar el conocimiento del estado de los hábitats marino-costeros, su conectividad y la situación socio-económica del Pacífico Norte en función de los objetos de conservación presentes en los sitios priorizados en GRUAS II (Bahía Santa Elena-Punta Gorda – Punta Pargos – Golfo de Papagayo y Cabo Blanco) y áreas de manejo marinas existentes adyacentes, que permitan la toma de decisiones de manejo de los recursos naturales.

6.2. Metodología

Se realizó una gira entre el 29 de febrero y 3 de marzo de 2012, trabajando el 1 de febrero en el frente al Parque Marino Las Baulas (10.31407°N, 85.88516°W, Fig. 1) y el 2 de febrero en Bahía Culebra (10.59573°N, 85.70934°W). En ambos días se tomaron datos meteorológicos con una estación meteorológica Kestrel 4000, la cual se programó para un intervalo de muestreo de 5 min. Las horas de inicio de toma de datos meteorológicos fueron 8:23 am y 7:42 am, respectivamente, finalizando ambos días a las 5 pm. Se realizaron perfiles de CTD el 01 de marzo frente a al Parque Nacional Marino Las Baulas, a aproximadamente 30 m de profundidad (10.31407°N, 85.88516°W). Se inició a las 8:30 am, haciendo perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez del agua, y fluorescencia, cada hora, y hasta las 4:30 pm.

Mediciones de las corrientes marianas en la columna de agua se realizaron en este sitio con un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) desde las 9:05 am, promedios de 5 minutos, y hasta las 5:00 pm. El 02 de marzo se realizaron las mismas mediciones al frente de la Bahía Culebra (10.59573°N , 85.70934°W). Los perfiles de CTD se iniciaron a las 8:00 am y se terminaron a las 5:00 pm. Las mediciones de corrientes se iniciaron a las 7:45 am y se terminaron a las 5:00 pm.

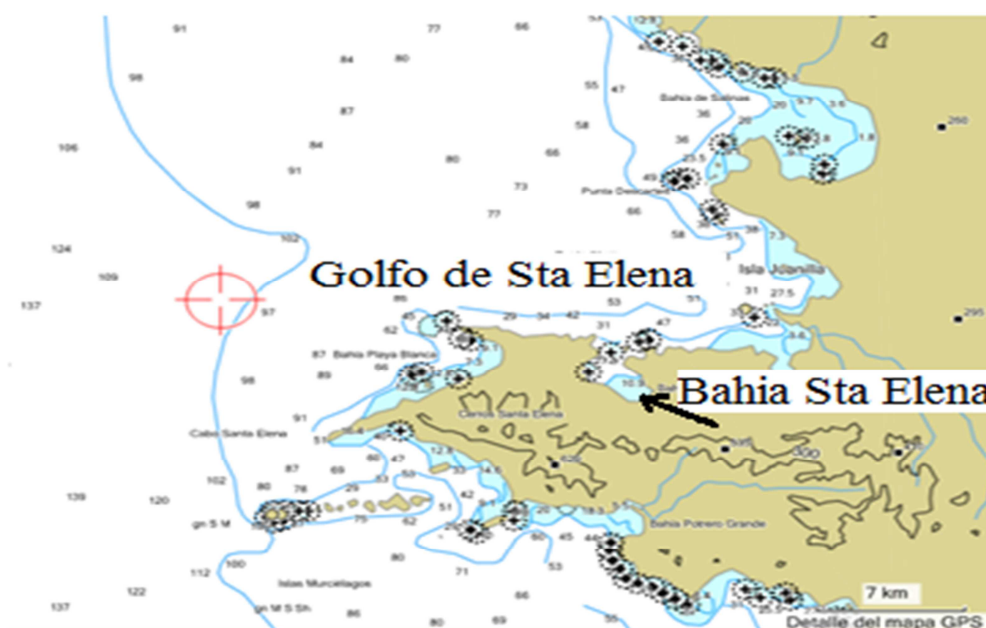


Fig. 6.1. Ubicación de la Bahía Santa Elena en el Pacífico Norte de Costa Rica.

De igual manera, se visitó la Bahía de Santa Elena, en el Golfo de Santa Elena (Fig. 6.1) el 20 de junio del 2012. Las mediciones se realizaron en la boca de la bahía (84.80452°W , 10.94325°N). Perfiles de CTD se iniciaron a las 8:30 am hasta las 4:30 pm. Mediciones de corrientes (ADCP) también se realizaron durante ese período, al igual que mediciones de la velocidad y dirección del viento en la embarcación usada. El 31 de julio del 2012 se visitó Bahía Ballena, en el Golfo de Nicoya (Fig. 6.2). Mediciones se realizaron en la boca de las bahía (84.97950°W , 9.71424°N), comenzando a las 8:10 am y terminando a las 4:24 pm.

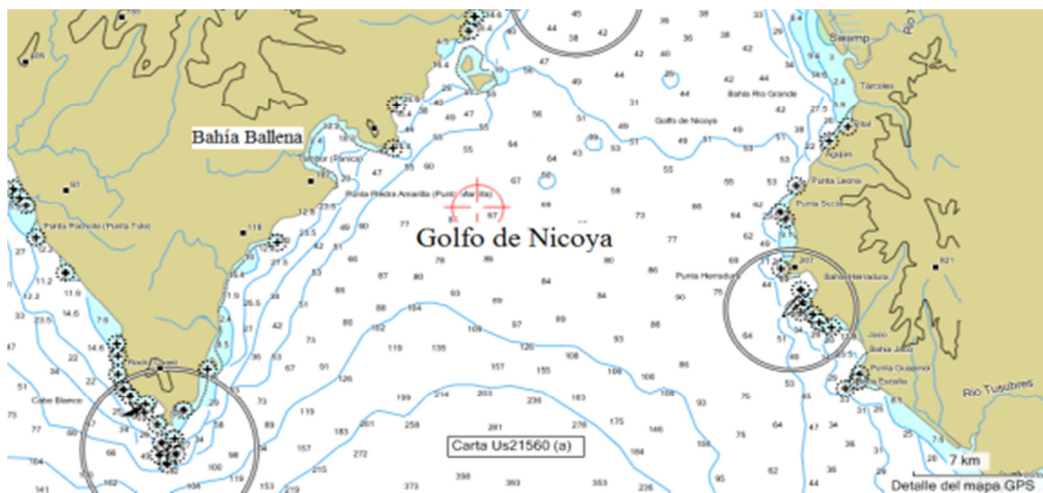


Fig. 6.2. Ubicación de Bahía Ballena en el Golfo de Nicoya.

6.3. Resultados

Condiciones océano-meteorológicas en Parque Nacional Las Baulas y en Bahía Culebra en marzo del 2012

Condiciones regionales

Resultados de modelos océano-meteorológicos (Fig. 6.3) mostraban las condiciones del viento y de las corrientes marinas prevalecientes alrededor de esos días en la región. Como indica la Fig. 6.3A, el viento aliso fue intenso sobre el Mar Caribe y frente al Golfo de Papagayo, propio de esa época del año, como lo mencionamos anteriormente. Las corrientes marinas también fueron intensas frente a la Península de Nicoya, y con componente hacia el noroeste (Fig. 6.3B).

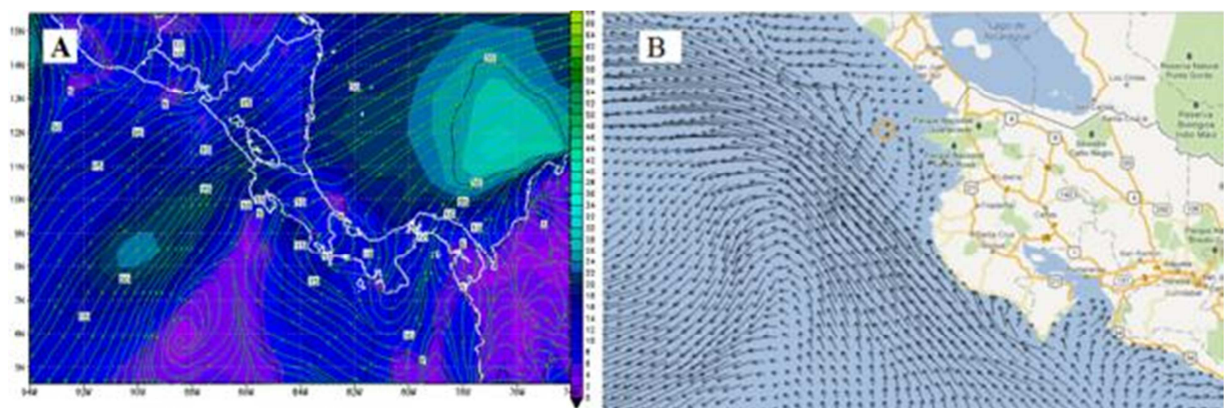


Figura 6.3. A: Líneas de corrientes del viento en superficie (modelo GFS de la NOAA) superficial el 05-03-12, B: modelo de circulación superficial del mar el 01-03-12.

Condiciones meteorológicas locales

No se registró precipitación durante los muestreos, observándose las 8 octas del cielo sin cobertura nubosa. Al analizar los datos, sin embargo se encontró que no todos los datos del anemómetro de la estación fueron registrados, por alguna causa que se desconoce. Debido a lo anterior, se solicitaron los datos de dos estaciones meteorológicas, pertenecientes al Instituto Meteorológico Nacional, cercanas a los sitios de muestreo identificadas como Liberia (74051, 10°35'36"N, 85°32'40"W) y Pinilla (72149, 10°15'10"N, 85°50'34"W), con una resolución temporal horaria.

Durante el día 1, se observó *in situ*, una rapidez promedio del viento de 8.1 m/s con una desviación estándar de 1.4 m/s y un rango de 5.9 a 9.9 m/s, con una dirección predominante del Noreste durante todo el día. Para el día 2, las características del viento durante la mañana fueron similares a las observadas durante el día anterior con una rapidez promedio del viento de 7.3 m/s con una desviación estándar de 2.0 m/s y un rango de 3.7 a 9.6 m/s, con una dirección predominante del Noreste, sin embargo la magnitud del viento se debilitó durante las horas de la tarde registrándose una rapidez promedio del viento de 2.4 m/s con una desviación estándar de 1.6 m/s y un rango de viento calmo hasta 4.2 m/s, con una dirección predominante del Nor-noroeste.

Dicho comportamiento también fue observado en las estaciones de Liberia y Pinilla (Fig. 6.4). Durante el día 1 las estaciones mostraron una rapidez promedio del viento de 10.2 y 9.7 m/s, respectivamente, con una desviación estándar en ambas de 0.9 m/s, con una dirección predominante del Este-Noreste. Nótese además como fue disminuyendo la magnitud del viento conforme avanzó el día 2. Cabe destacar que en ambas estaciones durante ese día la dirección predominante también fue del Este-Noreste, excepto para las horas de la tarde en Pinilla en donde se observó del oeste.

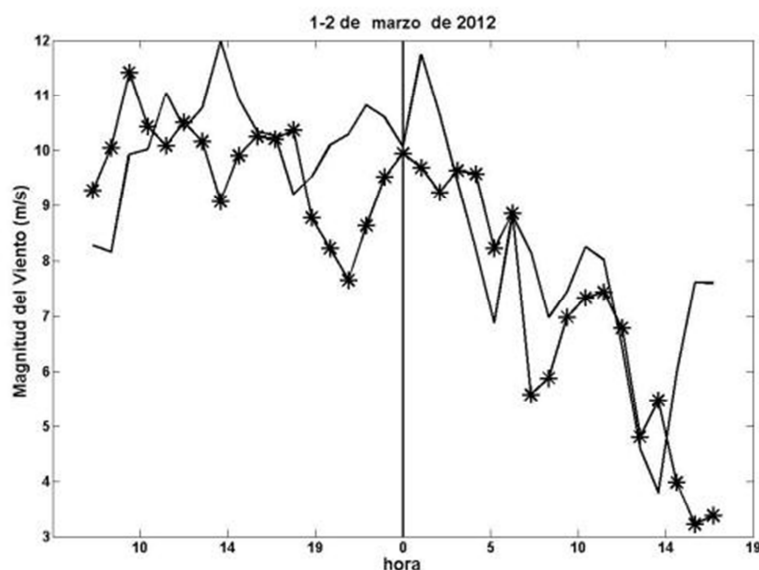


Figura 6.4. Rapidez del viento observada en las estaciones de Liberia (línea continua) y Pinilla (línea con asteriscos).

Condiciones oceanográficas locales frente al Parque Nacional Las Baulas

La figura 6.5 muestra la variación en el tiempo de los perfiles realizados en la columna de agua del CTD que se hicieron en Bahía Tamarindo (frente al Parque Nacional Las Baulas). Es notorio en gráficas anteriores, el hundimiento de los contornos de temperatura, salinidad y oxígeno, entre las 9 y 10 am, justo cuando el viento estuvo soplando más fuerte sobre la región. Las corrientes marinas a lo largo de la columna de agua también fueron muy intensas durante la mañana, especialmente en la superficie (Fig. 6.6). Esto indica un modo importante de circulación en la región, dominada por el viento, y aunque pueda haber una influencia hacia el interior de la bahía de la marea, esta región es dominada por la corriente intensa que prevalece mar adentro. Magnitudes de hasta 83 cm/s fueron medidas durante el período de la mañana (Fig. 6.6A), lo cual significa una corriente muy intensa. Su dirección siempre fue hacia el norte durante todo el día de mediciones (Fig. 6.6), lo cual es coherente con las condiciones ambientales generales de la región que muestra la Fig. 6.3B. Se debe resaltar que los vientos tuvieron una componente noreste durante esos días, sin embargo, las corrientes marinas en el sitio, se mantuvieron con una componente norte todo el tiempo. No parece haber influencia significativa del cambio de las mareas en este caso.

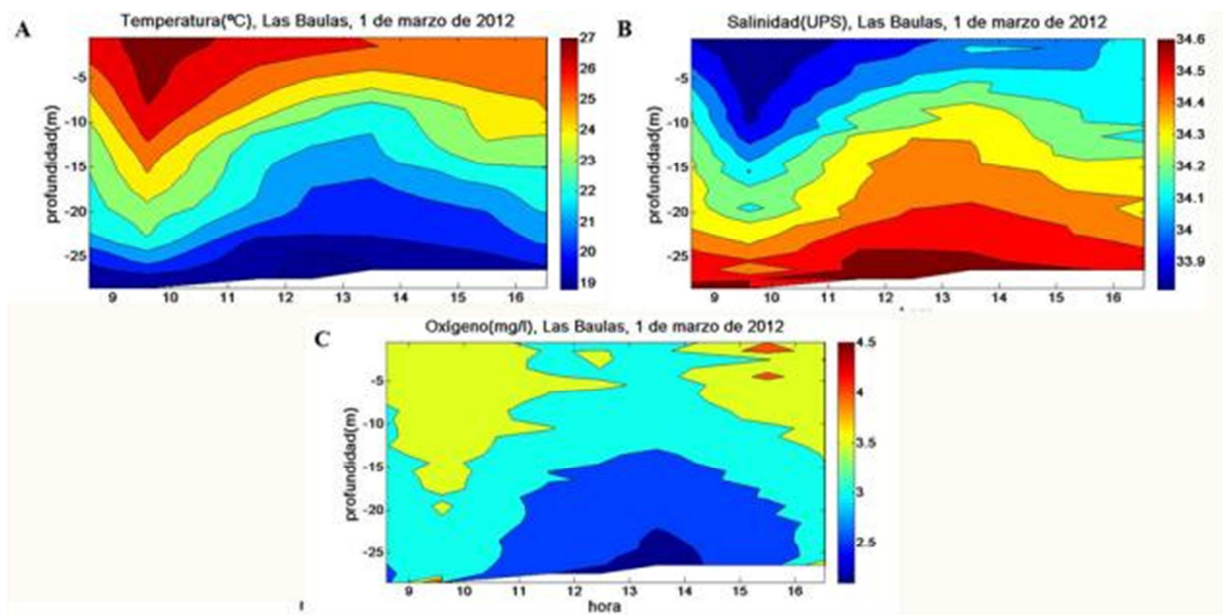


Figura 6.5. Variación en el tiempo de los perfiles de A) salinidad, B) temperatura y C) oxígeno disuelto en Bahía Tamarindo.

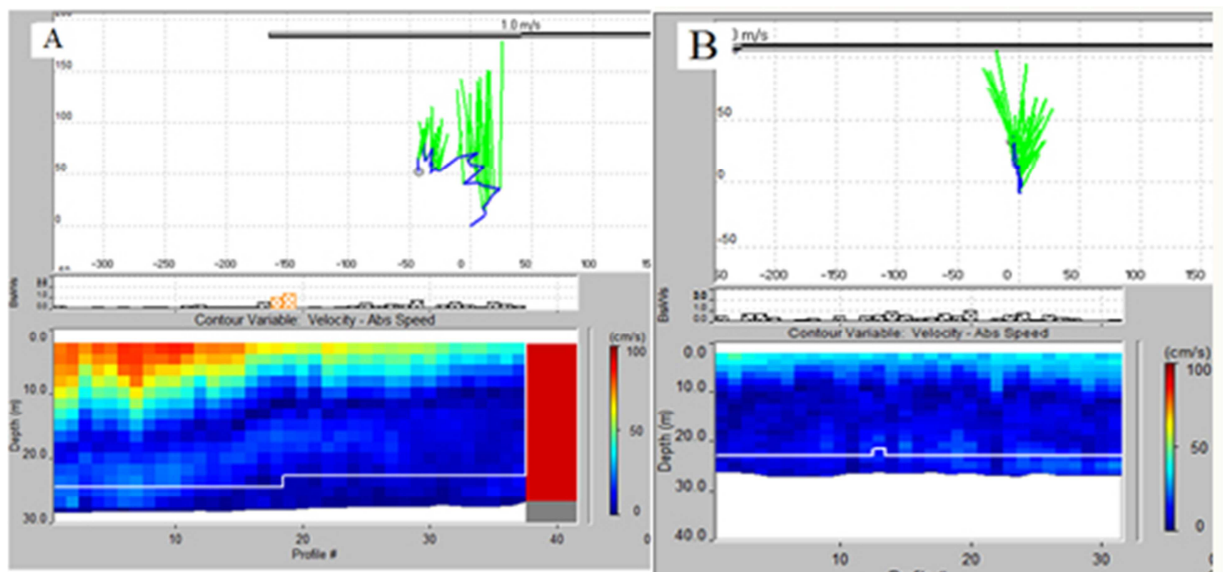


Figura 6.6. A) Magnitud y B) dirección de las corrientes marinas en la columna de agua en Bahía Tamarindo el 01 de marzo en la mañana en A: de 9:02 am a 12:43 m y B: 12:45 m a 3:15 pm.

Condiciones oceanográficas locales frente a Bahía Culebra

Como muestra la Fig. 6.1, Bahía Culebra es una bahía marginal semicerrada, que está hacia el interior del Golfo de Papagayo. En la figura 6.7 se nota que esta bahía se hace más profunda hacia su parte más externa, con un máximo de 40-45

m en su boca. Condiciones más estables y menos variables se midieron de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (Fig. 6.8) frente a esta bahía el día siguiente (2 de marzo), y esto fue más evidente justo cuando el viento dejó de ser intenso.

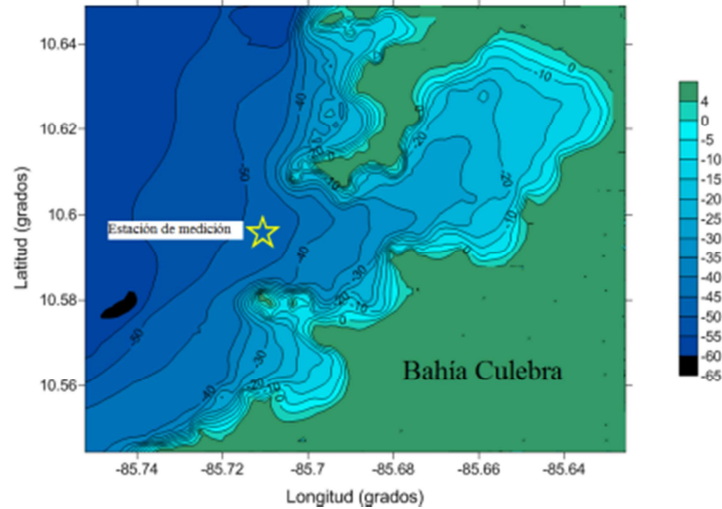


Figura 6.7. Contornos batimétricos (metros) en Bahía Culebra.

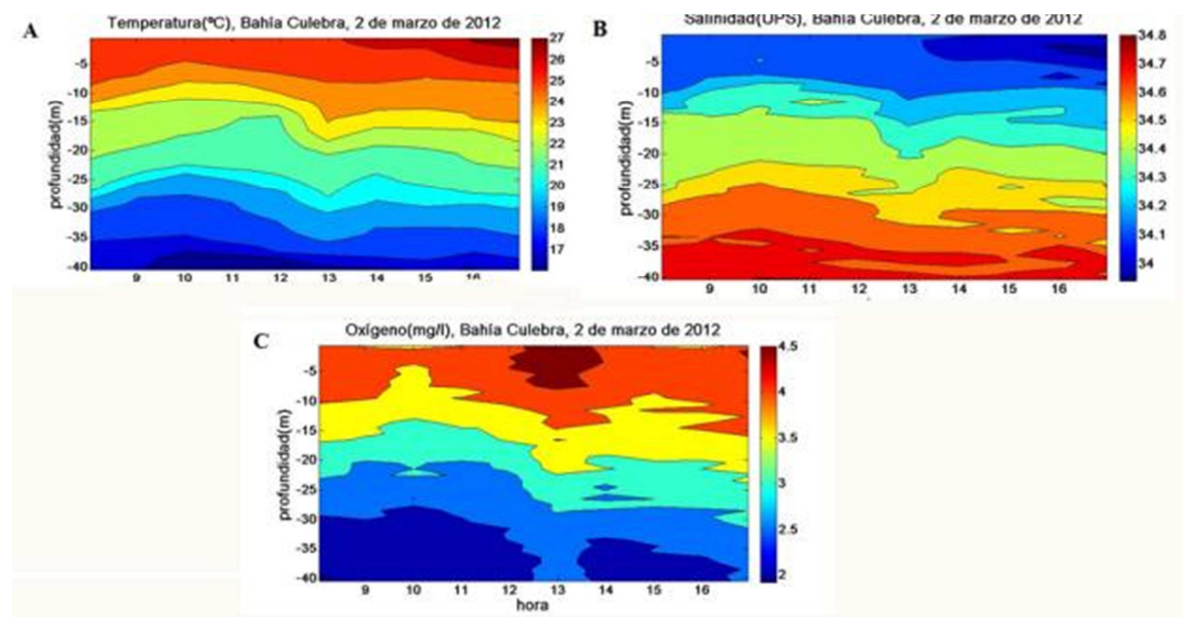


Figura 6.8. Variación en el tiempo de los perfiles de A) salinidad, B) temperatura y C) oxígeno disuelto frente a Bahía Culebra.

Excepto por la depresión de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto que muestran las Figs. 7 del Parque Nacional las Baulas en la mañana, la estratificación de la capa de agua de este sitio es muy similar a la de Bahía Culebra. En esta última,

es de resaltar la mayor cantidad oxígeno disuelto en la capa superficial, por encima de los 10 m de profundidad.

Las corrientes marinas, como muestra la figura 6.9, fueron menos intensas este día. Velocidades máximas de 35 cm/seg en la mañana (Fig. 6.9A) y de 37 cm/s (Fig. 6.9B) fueron medidas. Su dirección se mantuvo siempre hacia el sur, lo cual es coherente con el patrón regional que indicó la figura 6.3B. Es posible que esta corriente responda al viento alisio hacia afuera de la costa y a una circulación por compensación de flujo de la corriente intensa hacia el norte-noroeste mar adentro.

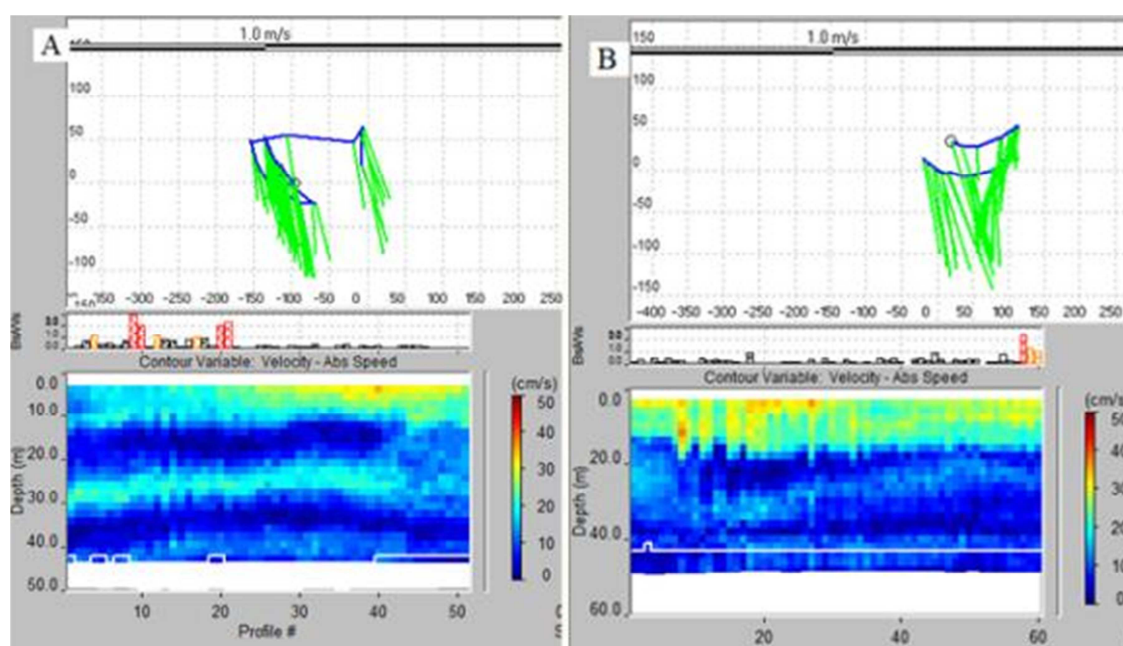


Figura 6.9. A) Magnitud y B) dirección de las corrientes marinas en la columna de agua frente a Bahía Culebra el 02 de marzo en A: de 7:39 am a 11:49 am y B: 12:05 m a 5:00 pm.

Una estratificación de flujos se muestra de las corrientes en la mañana, cuando la marea estaba subiendo. Por la tarde el flujo fuerte fue en la superficie, cuando la marea estuvo bajando. Aunque en este sitio el flujo promedio también se mantuvo hacia el sur y sur-sureste todo día, la marea tiene alguna influencia en la circulación general de las corrientes marinas.

Condiciones meteorológicas y oceanográficas en Bahía Santa Elena, Guanacaste, el 20 de junio del 2012

Condiciones meteorológicas locales

La segunda gira se realizó al sector de la Bahía Santa Elena (10.94324°N, 85.80453°W), del 19 al 21 de junio de 2012. Se utilizaron dos estaciones

meteorológicas portátiles Kestrel tipo 4500 NV, las cuales se ubicaron una expuesta y otra a la sombra. Las variables que se midieron con estas estaciones fueron: Temperatura Superficial del Aire, Humedad Relativa, Magnitud de la Velocidad del Viento (Fig. 6.10), Dirección de la Velocidad del Viento y Presión Superficial. Las mediciones de las estaciones automáticas se realizaron el 20 de junio, cada 5 minutos de 7:55 am a 4:45 pm. La bahía es semicerrada y durante ese día se observó oleaje de fondo con viento de dirección predominante del sureste, aumentando su magnitud conforme fue avanzando el periodo de medición. Presentó una rapidez promedio del viento de 3.0 m/s con una desviación estándar de 1.5 m/s y un rango de 0 a 5.8 m/s. Se observaron nubes bajas cumuliformes sobre tierra y cirrus al norte, para un estimado de aproximadamente 6 octas, sin que se registrara precipitación.

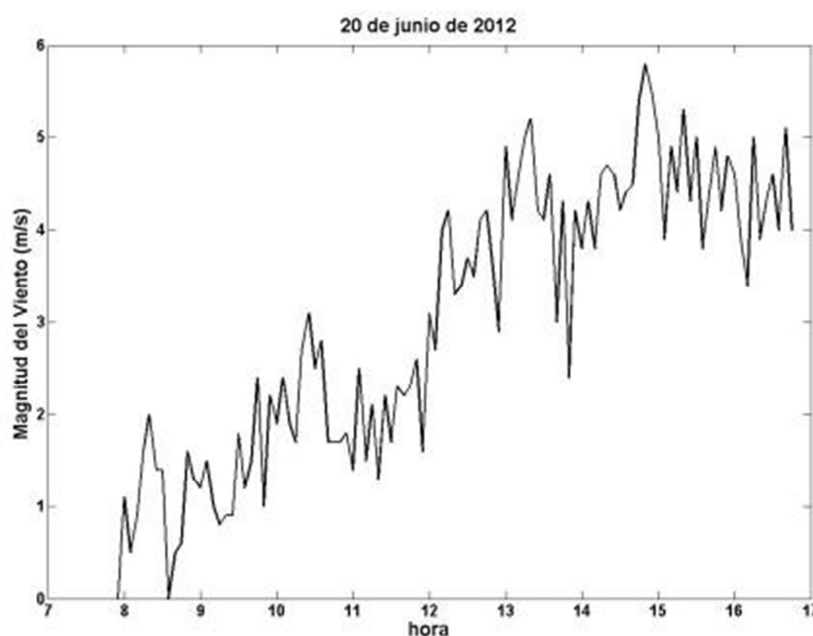


Figura 6.10. Rapidez del viento observada en Santa Elena.

Condiciones oceanográficas en Bahía Santa Elena, Guanacaste, el 20 de junio del 2012

Bahía Santa Elena es una bahía marginal semicerrada que está dentro del Golfo de Santa Elena (Fig. 6.2). Su circulación debería ser muy restringida dada su posición. La figura 6.11 muestra una mayor resolución de esta bahía. Profundidades de 30-35 m se indican en la boca de la misma. Hacia el interior es relativamente somera. Las únicas condiciones ambientales que se rescataron para

esos días, se muestran en la figura 6.12. La dirección promedio de los vientos prevalecientes durante este día en el Pacífico Tropical Este (Fig. 6.12A), fueron los típicos vientos oestes del verano. Las mediciones que se hicieron en la boca de Bahía Santa Elena mostraron viento hacia el noroeste (viento sureste), posiblemente por influencia topográfica local. Se nota que no hubo un patrón definido de corrientes durante esta época frente a la región (Fig. 6.12B). La figura 6.13 se muestra la variación en el tiempo de los perfiles de algunas variables oceanográficas en el sitio de muestreo (Fig. 6.11) en la boca de la Bahía Santa Elena. En este sitio, la columna de aguas es menos estratificada respecto a la de Las Baulas y Bahía Culebra. Valores muy bajos de oxígeno (valor máximo: 0.55 mg/l) se midieron durante todo el día frente a Santa Elena, lo cual podría ser un indicativo de la poca circulación en la bahía, como sospechamos al principio. La figura 6.14 muestra la variación de las corrientes marinas frente a la Bahía de Santa Elena. Aquí si se notó un cambio de dirección en el flujo de las corrientes en respuesta a los cambios de marea. Mientras la mareas estaba bajando, el flujo de agua era débil (13 cm/s), y hacia afuera de la bahía con dirección noroeste (Fig. 6.14A), y cuando la marea estaba subiendo, el flujo era más intenso por la superficie (37 cm/s) hacia el sureste, hacia el interior de la bahía (Fig. 6.14B), coincidiendo con el incremento en la velocidad del viento. Pero también hay hubo estratificación en la dirección de las corrientes en la columna de agua, y más evidente durante la tarde del 20 de junio. Conforme la velocidad del viento incrementó, el flujo en superficie ingresaba a la bahía (hacia el sureste), mientras que en el fondo la dirección era noroeste (saliendo de la bahía), una estratificación esperada en una bahía semicerrada.

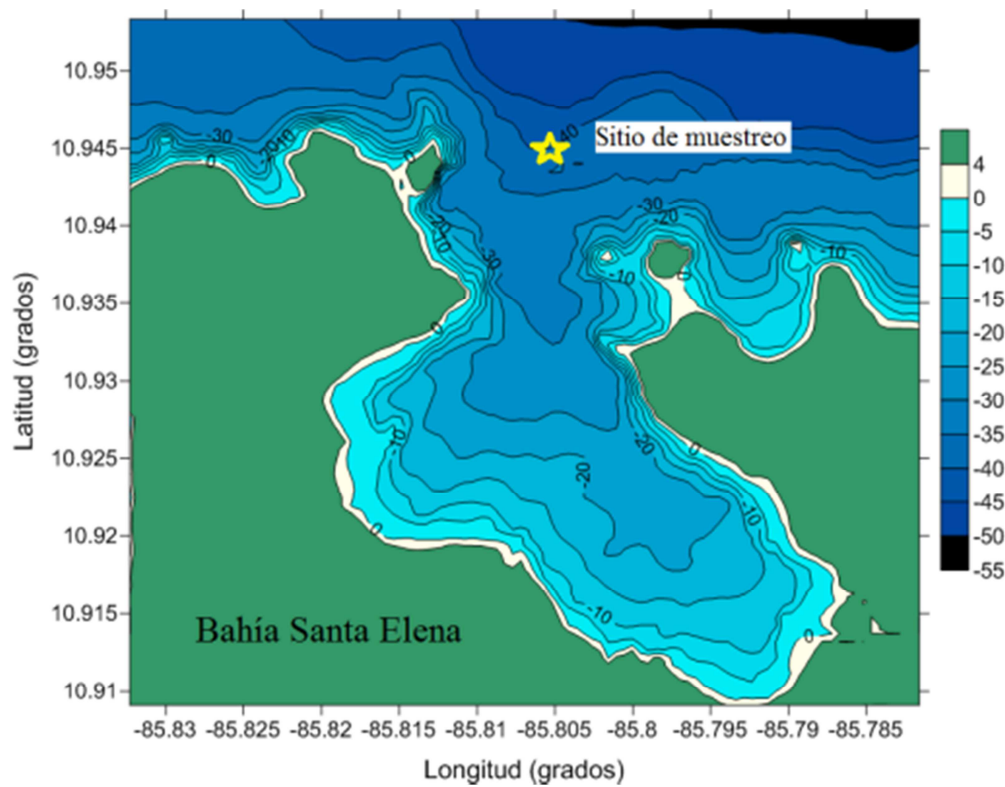


Figura 6.11. Contornos batimétricos de Bahía Santa Elena.

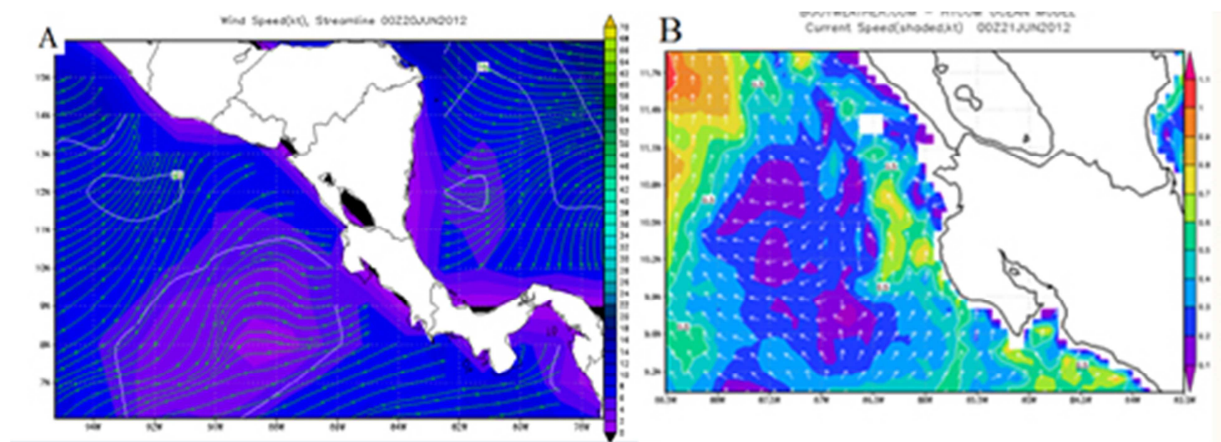


Figura 6.12. Patrón de corrientes del viento y corrientes marinas frente a la Península de Nicoya el 20 de junio del corriente.

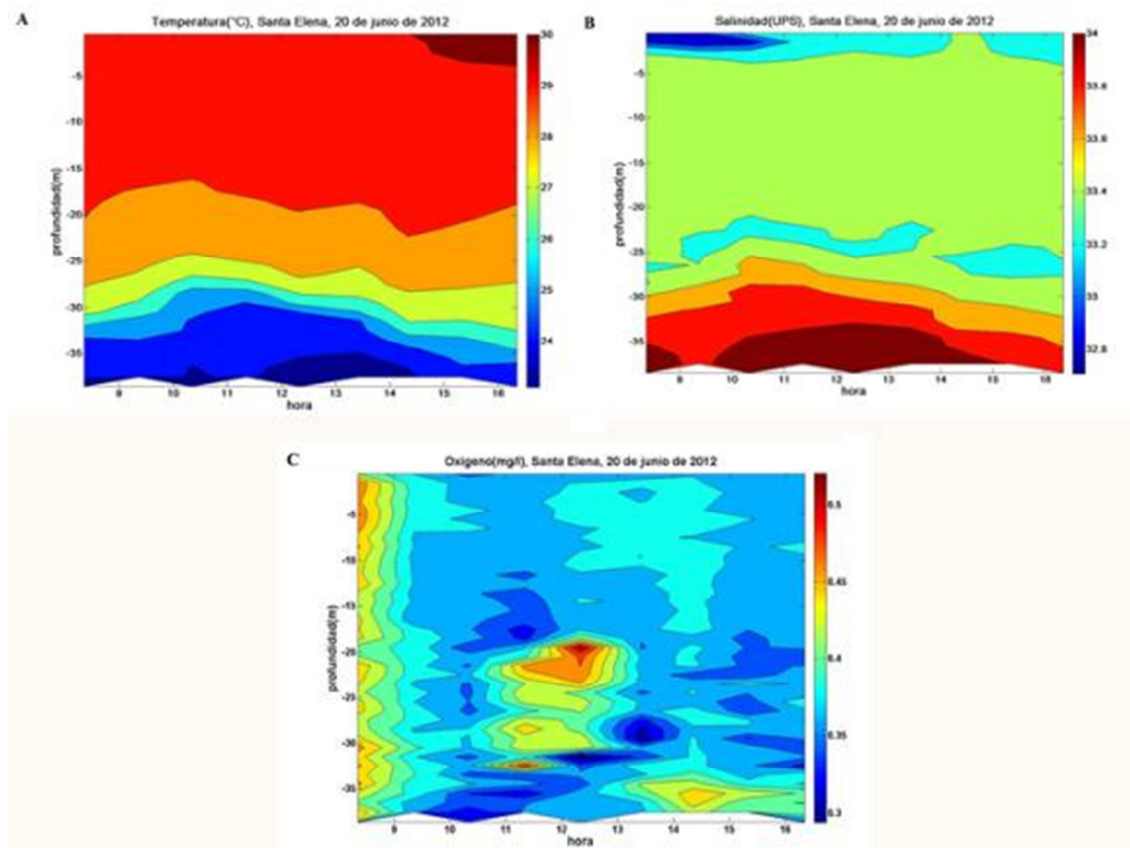


Figura 6.13. Variación en el tiempo de los perfiles de A) salinidad, B) temperatura y C) oxígeno disuelto frente a Bahía Santa Elena.

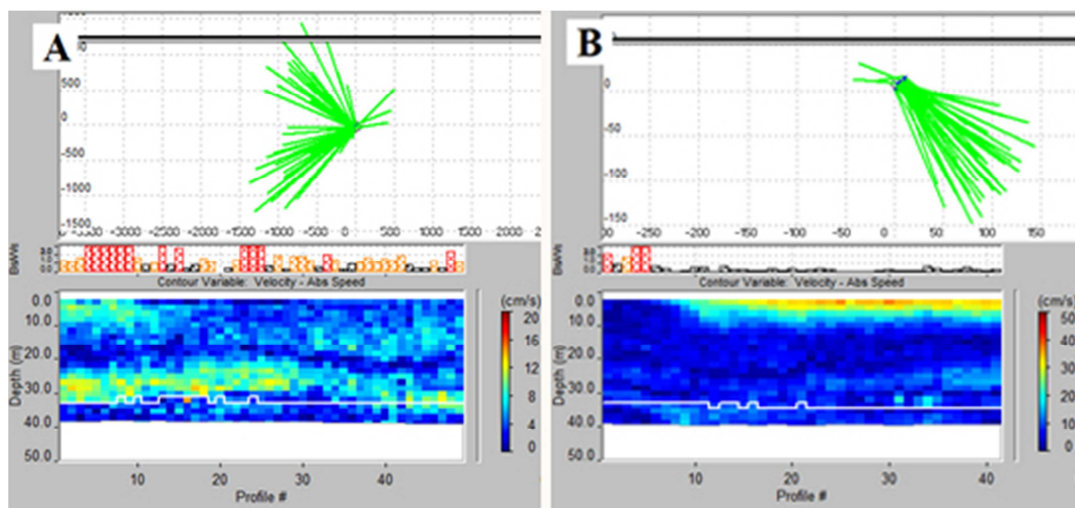


Figura 6.14. A) Magnitud y B) dirección de las corrientes marinas en la columna de agua frente a Bahía Santa Elena el 20 de junio del 2012 entre A: 8:30 am y 12:30 m y B: 1:03 pm y 4:23 pm.

Condiciones meteorológicas y oceanográficas en Bahía Ballena, Guanacaste, el 31 de julio del 2012

Condición meteorológica local

La tercera gira se realizó a Bahía Ballena (9.71424°N , 84.97950°W), del 30 de julio al 1 de agosto de 2012. Se utilizaron las mismas estaciones meteorológicas y se midieron las mismas variables de la gira anterior (Fig. 6.15). Las mediciones de las estaciones automáticas se realizaron el 31 de julio, cada 5 minutos de 8:10 am a 4:30 pm. Durante ese día se observó oleaje de fondo y hacia el mediodía el oleaje de viento predominó, volviendo a dominar el de fondo conforme avanzó la tarde. La dirección predominante del viento fue del sureste disminuyendo hacia el final del periodo de medición. Presentó una rapidez promedio del viento de 9.2 m/s con una desviación estándar de 2.3 m/s y un rango de 0 a 8.3 m/s. El estimado de la nubosidad fue de 6 a 8 octas, de tipo cumuliforme, sin que se registrara precipitación en el sitio de medición.

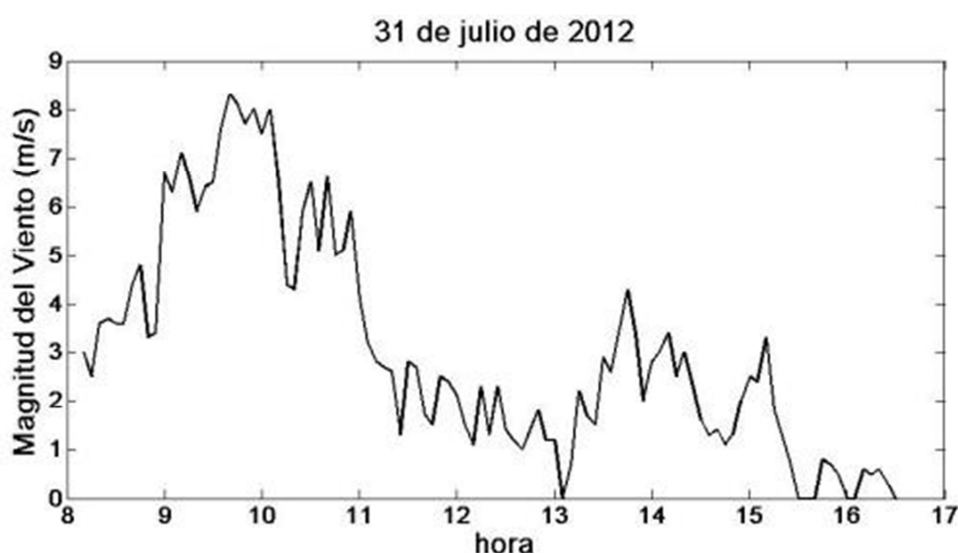


Figura 6.15. Rapidez del viento observada en Bahía Ballena.

Condiciones oceanográficas en Bahía Ballena, Guanacaste, el 31 de julio del 2012

Bahía Ballena es una bahía marginal que está en la parte externa del Golfo de Nicoya (Fig. 6.3). Esta región es una zona mas dinámica de corrientes que la parte interna del Golfo (Lizano y Alfaro 2004) e influenciada por el oleaje (Lizano 2007). La batimetría con más resolución digitalizada para este proyecto, se muestra en la figura 6.16. Bahía Ballena es una bahía somera, con profundidades

máximas de 30-35 m hacia en la parte externa. Como está dentro del Golfo de Nicoya, su circulación está mas influenciada por la marea, la cual domina esta parte externa del golfo, según lo determinaron Lizano y Alfaro (2004). Las figuras 6.18 muestran la variación en el tiempo de los perfiles de algunas variables oceanográficas frente a Bahía Ballena. Se nota la influencia de la marea en esta estación, aunque con un desfase respecto de la de Puntarenas (Lizano y Alfaro 2004). La marea comenzó a subir en el Puerto de Puntarenas (al interior del golfo) desde las 7:00 am hasta la 1:00 pm. Es clara la intrusión de aguas más frías, salinas y de menor cantidad de oxígeno a partir de las 11 de la mañana. Es este tiempo también el viento disminuyó su intensidad. Es clara la estratificación de salinidad a través de la columna de agua, típica de un estuario. La capa superficial uniforme de salinidad se hace más profunda alrededor de la marea baja (Fig. 6.18B), y se va haciendo más delgada conforme la marea sube. Un cambio en la pendiente de las curvas de salinidad y temperatura se logra distinguir alrededor de las 3:00 pm, para continuar con el ciclo hacia la marea baja. Mayor cantidad de oxígeno disuelto se nota en la columna de agua en las primeras horas de la mañana, y alrededor de la marea baja. La figura 6.19 muestra las características de las corrientes marinas en la columna de agua de este sitio. Las mediciones de corrientes marinas que se hicieron también responden al ciclo de marea. Mientras la marea sube en Puntarenas, frente a Bahía Ballena el agua se dirige hacia el noroeste y oeste, ingresando hacia el interior. Y cuando la marea baja en Puntarenas, el flujo comienza a cambiar hacia el sur y luego sureste, saliendo de la bahía. En ambas figuras anteriores se nota una estratificación de flujo en la columna de agua, siendo el flujo por el fondo de mayor intensidad en ambos casos. Velocidades máximas de 40 cm/s muestra la figura 6.18A en el fondo, y de 31 cm/s en el fondo en la figura 6.18B. En superficie se registraron 28 cm/seg y 24 cm/seg respectivamente. Pero además, se establece una estratificación en dirección de la corriente en la columna de agua, como muestra la figura 6.18C, donde en la capa sobre los 20 m, el agua sale de la bahía, y bajo los 20 m, el agua entra en la bahía, un intercambio de agua esperado en una bahía semicerrada.

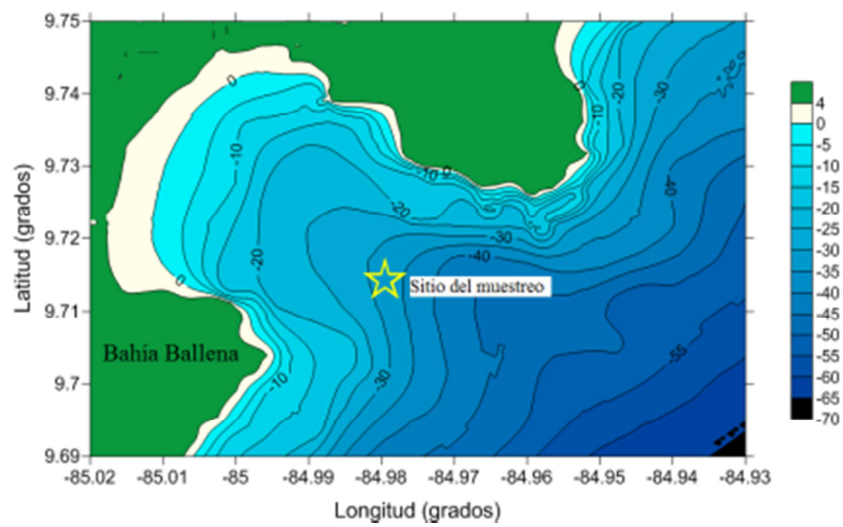


Figura 6.16. Contornos batimétricos (metros) en Bahía Ballena

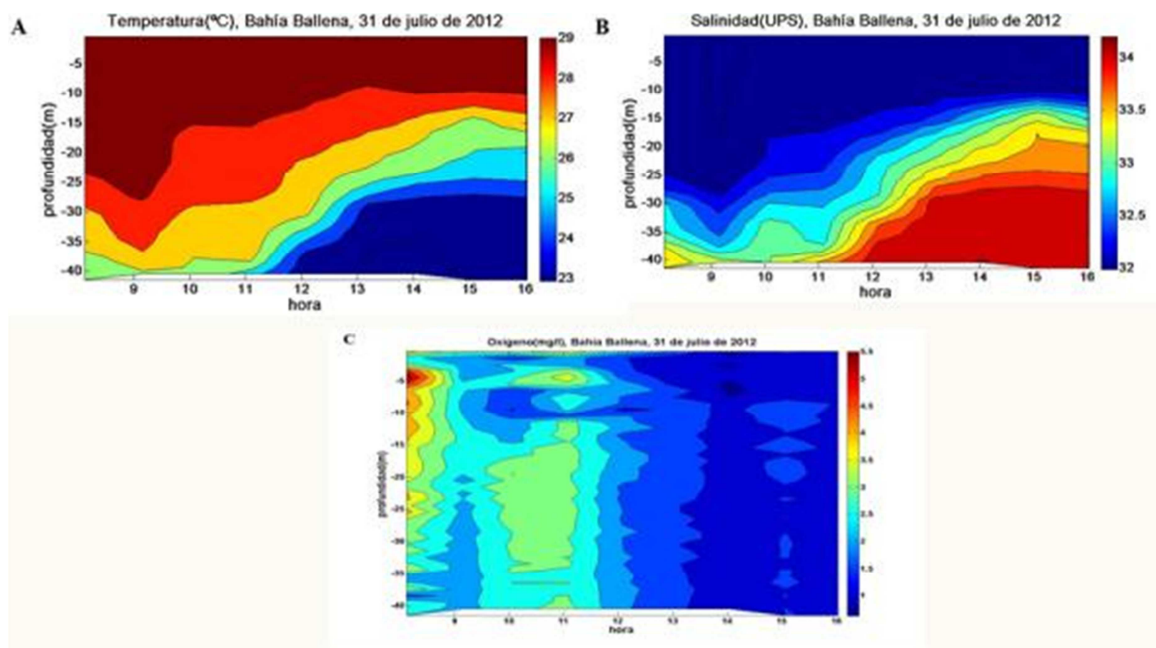


Figura 6.17. Variación en el tiempo de los perfiles de A) salinidad, B) temperatura y C) oxígeno disuelto frente a Bahía Ballena el 31 de julio del 2012.

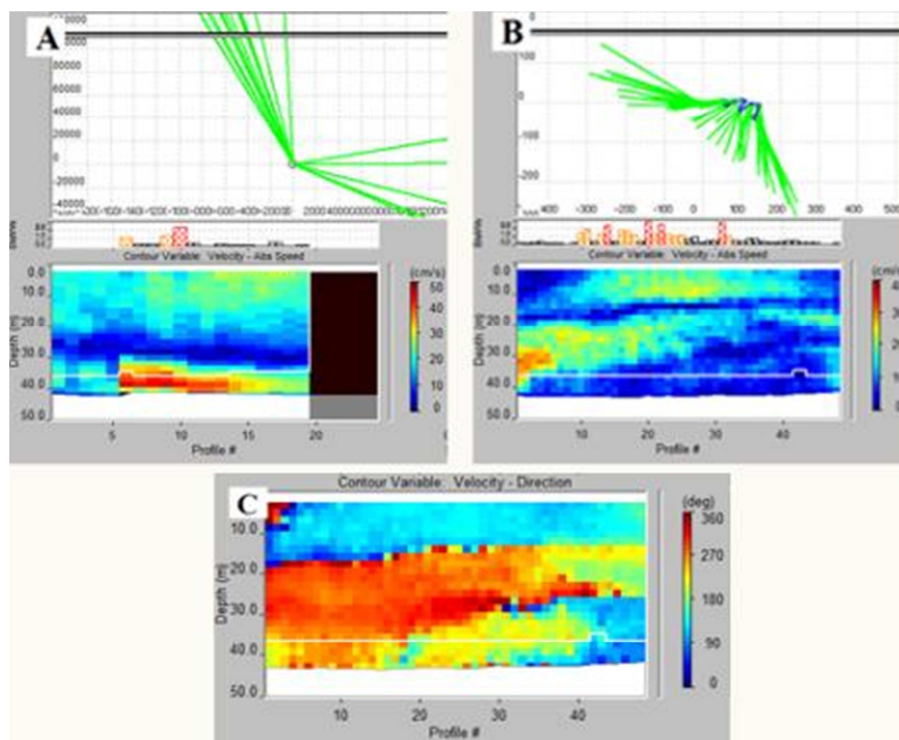


Figura 6.18. Magnitud y dirección de las corrientes marinas en la columna de agua frente a Bahía Ballena el 31 de julio del 2012 en A: de 8:11 am a 12:23 m, B: 12:29 m a 04: 24 pm y C: dirección de las corrientes en la columna de agua en la tarde (figura B).

6.4. Conclusiones

Condiciones meteorológicas y oceanográficas

- 1- Como se nota en los antecedentes, se realizó una revisión de literatura del componente meteorológico y oceanográfico.
- 2- Se visitaron 4 sitios (Bahía Tamarindo frente al Parque Nacional Las Baulas, Bahía Culebra, Bahía Santa Elena (Golfo de Santa Elena) y Bahía Ballena (Golfo de Nicoya).
- 3- Las mediciones oceanográficas en Las Baulas y en Bahía Culebra se realizaron durante un evento de viento alisio intenso, por lo que estos resultados son representativos de esta época, y donde además, las corrientes marinas también son intensas.
- 4- Las visitas a Santa Elena y a Bahía Ballena fue alrededor de la mitad del año, donde las condiciones meteorológicas (y oceanográficas), ya no estuvieron influenciadas por los vientos alisios.

- 5- Se recopilaron datos oceanográficos de bases de datos internacionales como: corrientes marinas, viento en superficie, temperatura superficial del agua, salinidad superficial, clorofila superficial, etc. Esto nos permitirá identificar las condiciones oceanográficas imperantes al frente de las regiones y/o comparar con las mediciones locales.
- 6- Se realizaron mediciones en cada sitio de la magnitud y dirección del viento, perfiles de CTD (profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila y turbidez del agua), magnitud y dirección de las corrientes marinas (ADCP) en la columna de agua.
- 7- Se digitalizaron mapas batimétricos de Bahía Culebra, Bahía Santa Elena y Bahía Ballena.

7. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

7.1. Introducción

El martes 7 de febrero del 2012, se realizó un taller con integrantes de cada uno de los componentes (manglares, arrecifes y comunidades coralinas, pelágicos), con el propósito de estandarizar el registro de los datos en el campo y facilitar el procesamiento e integración de la información recopilada. Se elaboró una plantilla de Excel para el registro de los datos, que incluye información sobre el grupo taxonómico, nombre científico, lugar de muestreo, coordenadas geográficas (lat/long) y fecha del muestreo, entre otros. Para facilitar el registro de los datos en el GPS y evitar confusiones, se determinó usar un código único por componente.

Se dio una capacitación sobre el uso del GPS, para quienes lo necesitaron y se determinó registrar los datos en el formato de coordenadas geográficas, por ser el más conocido y utilizado por la mayoría de los participantes. Las coordenadas se registraron como grados decimales, usando el datum correspondiente WGS84. Se determinó georeferenciar todo tipo de observación y/o recolecta para los diferentes organismos, así como el tipo de hábitat, biotopo o cobertura, por ejemplo: arrecifes de coral, manglares, pastos marinos, playas arenosas, rocosas (Fig. 7.1).

7.2. Metodología

7.2.1. Base de datos geográfica

Se elaboraron dos bases de datos georeferenciadas, integrando los datos recopilados con GPS, la información de los informes y los datos aportados por cada componente. Una de las bases de datos contiene información sobre las diferentes especies encontradas y su hábitat correspondiente y la otra, reúne información sobre los biotopos marino-costeros registrados: manglares, pastos marinos, arrecifes y comunidades de coral, playas arenosas y rocosas (Figs. 7.2 y 7.3).

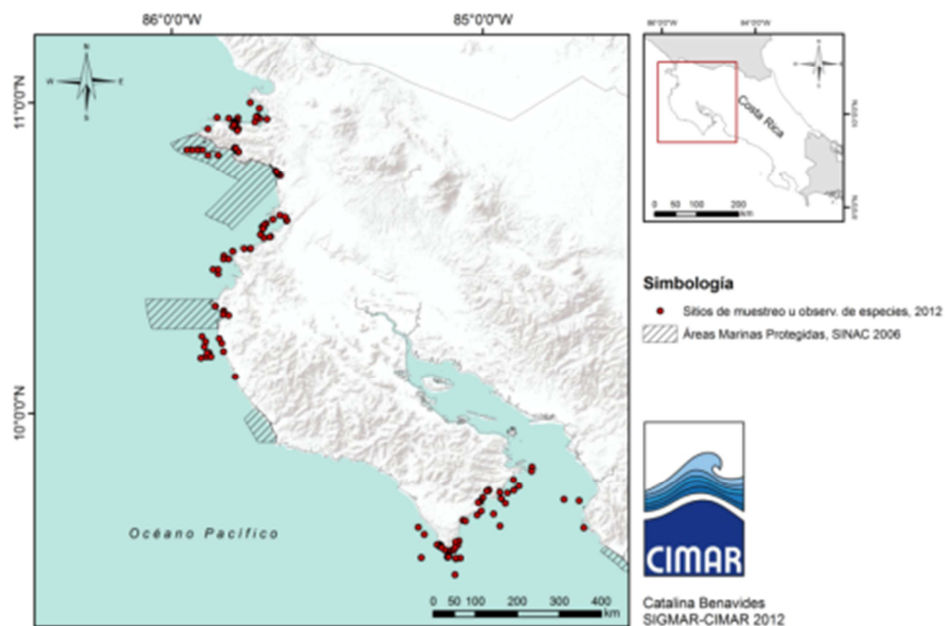


Figura 7.1. Sitios de estudio, muestreo y/u observación de especies, durante los meses de febrero a agosto del año 2012, en el Pacífico Norte de Costa Rica.

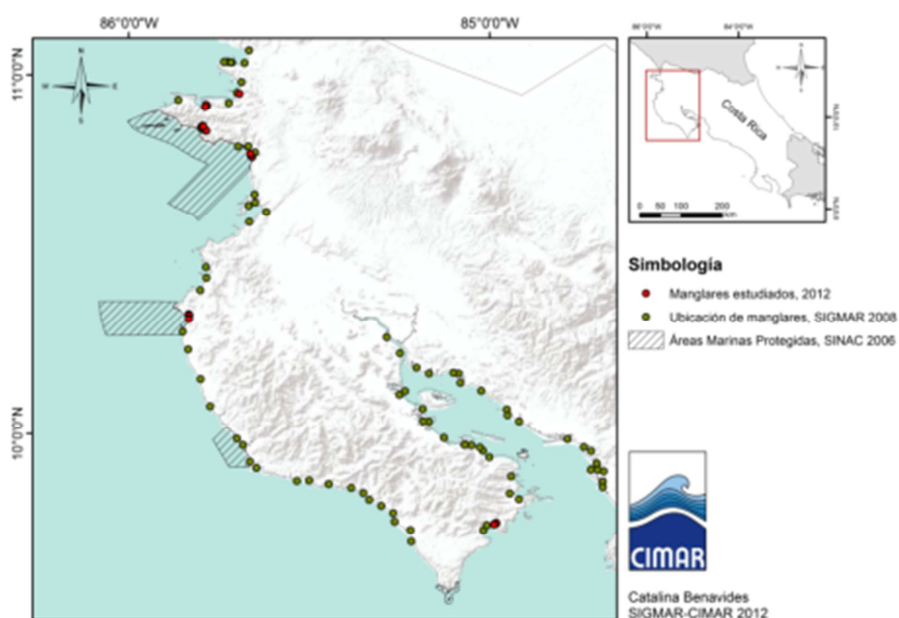


Figura 7.2. Ubicación de manglares en el Pacífico Norte de Costa Rica y manglares estudiados, durante los meses de febrero a agosto del 2012.

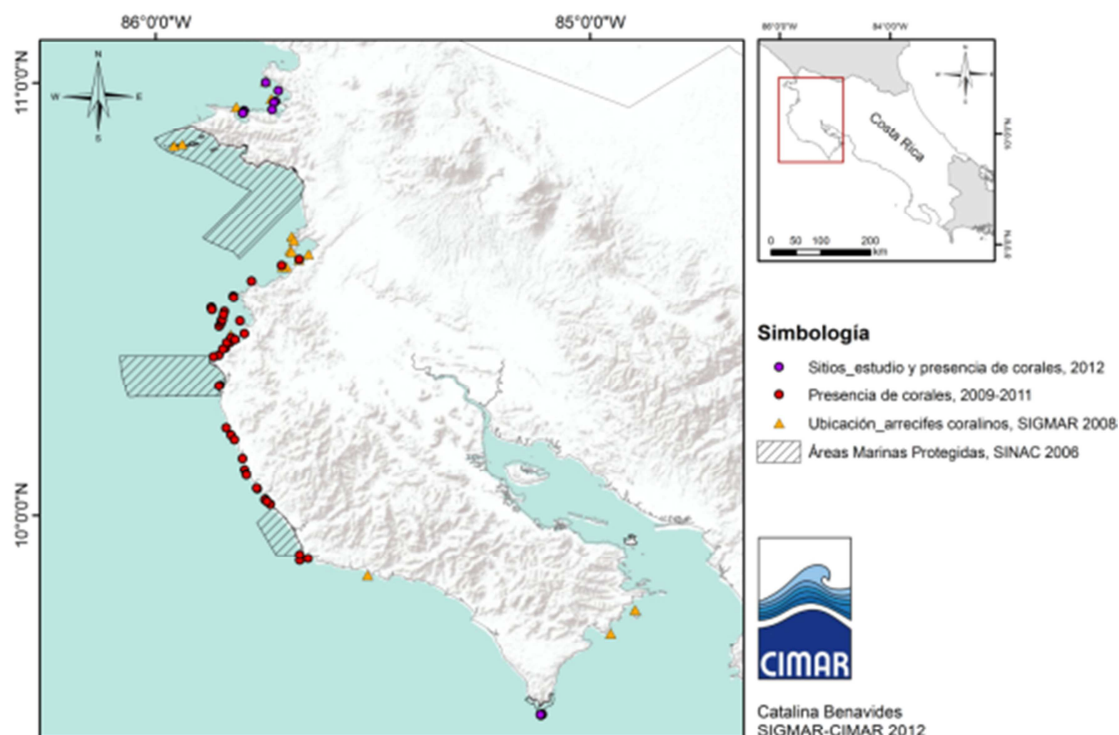


Figura 7.3. Ubicación de arrecifes coralinos y sitios de estudio y presencia de corales para el período 2009-2012, en el Pacífico Norte de Costa Rica.

7.2.2. Colaboración PRIAS-CIMAR

Con el propósito de optimizar esfuerzos y la calidad de los productos finales, en marzo del 2012, se inició una colaboración conjunta entre los proyectos “Estudios Científicos en el Área Costera del Pacífico Norte de Costa Rica”, a cargo del CIMAR y el proyecto “Biodiversidad Marina y Cambio Climático” con la participación del Programa de Investigaciones Aerotransportadas PRIAS-CENAT.

El Ministerio de Ambiente Alemán, a través de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ), financió una capacitación para el procesamiento de imágenes WorldView2 y RapidEye, llamada “Sensores Remotos para el Mapeo de Sistemas Costeros en Costa Rica”. La capacitación estuvo a cargo de la Dra. Margatet Kalacska y del Dr. Juan Pablo Arroyo de la Universidad de McGill y se llevó a cabo durante los días 7 de mayo al 1 de junio del 2012, en las instalaciones del PRIAS-CENAT. El CIMAR tuvo la oportunidad de participar junto con personal del SINAC y del PRIAS.

Como parte de esta colaboración conjunta, el CIMAR proporcionó al PRIAS información geoespacial sobre pastos marinos, manglares, arrecifes y comunidades de coral (SIGMAR 2009) y datos batimétricos (Lizano 2012), para toda la Costa Pacífica de Costa Rica. Dicha información fue utilizada en la validación de las clasificaciones de sustratos, tipo de cobertura y batimetría, que hizo el PRIAS a partir del procesamiento de imágenes WorldView2 y RapidEye. Como apoyo a este trabajo, el CIMAR colaboró con el procesamiento de una imagen WorldView 2 para el sector de Cabo Blanco. Esta es una imagen del año 2010, con una resolución espacial de 2m y una resolución espectral de 8 bandas.

7.2.3. Procesamiento de la imagen

Corrección geométrica y calibración radiométrica

Se hizo un pre procesamiento de la imagen que incluyó la transformación de números digitales (ND-BSQ) a radiancia (BIL). Posteriormente se hizo la ortorectificación y corrección atmosférica, para remover el efecto de la atmósfera sobre la imagen y obtener valores de reflectancia, usando el módulo FLASS del programa ENVI 4.8. Se removió el brillo de la imagen debido al reflejo del sol, usando el comando deglint.pro en la interfase IDL de ENVI. Para facilitar la clasificación de sustratos marinos y la batimetría, se aplicó una máscara para extraer el componente terrestre de la imagen, usando un valor de reflectancia de 350 ó 3.5% en la banda del infrarojo (banda 7).

Remoción de la columna de agua.

Dado que la firma espectral de los diferentes sustratos puede cambiar por el efecto de la columna de agua, se aplicó un procedimiento de matemática de bandas para removerla. Para esto se calculó un índice de atenuación de la luz, para cada par de bandas del espectro visible, es decir, para las bandas 2, 3 y 4, con longitudes de onda de 0.442 μm , 0.506 μm y 0.584 μm , respectivamente, usando la siguiente fórmula:

$$DII_{ij} = \ln(I_i - I_{si}) - [(k_i/k_j) * \ln(I_j - I_{sj})]$$

Donde:

DII_{ij} es el índice que calcula la relación entre cada par de bandas.

i = banda con la longitud de onda más pequeña

j = banda con la longitud de onda más grande

I = promedio

I_s = desviación estandar

K = coeficiente de atenuación de la luz en cada banda

$a_{ij} = \text{var}_i - \text{var}_j / 2(\text{cov}_{ij})$

$K_j = a_{ij} + \sqrt{a_{ij}^2 + 1}$

Se obtuvieron 3 índices, que se unieron para obtener una imagen de índices de reflectancia del sustrato (Fig. 7.4 y 7.5).

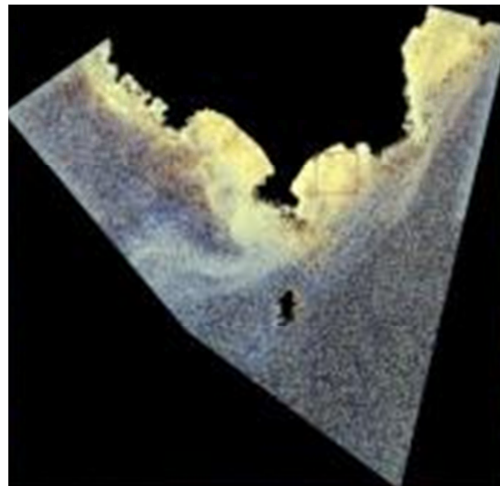


Figura 7.4. Imagen de reflectancia del sustrato obtenida a partir del procedimiento de matemática de bandas para remover la columna de agua.

Clasificación de sustratos.

La clasificación de los sustratos se hizo con base en la imagen de índices de reflectancia. Se hizo una clasificación supervisada de la imagen con el programa ENVI 4.8 (ITT 2010), usando un modelo de máxima verosimilitud y regiones de interés (ROIs), para 4 categorías: arena, rocas 1, rocas 2 y marea roja (Figs. 7.5 y 7.6). Se determinó usar 2 categorías diferentes para clasificar el sustrato rocoso, ya que el uso de una sola categoría generaba confusión con otros píxeles. La selección de las regiones de interés, se hizo tomando como referencia algunos datos de campo, registrados por el componente de corales, en marzo del 2012. Se aplicó un análisis de Jeffries-Matusita*, para evaluar la separabilidad espectral, entre los diferentes pares de bandas y se obtuvieron valores de 1.87 a 1.99 (Cuadro 7.1).

La asignación de la categoría “marea roja”, se determinó con la ayuda de Cindy Fernández (Com. pers.), especialista en algas y de Jaime Nivia (Com. pers.), especialista en corales y quien conoce la zona de estudio. La respuesta espectral para esos sitios es diferente con respecto a las otras categorías, por lo que esto impidió hacer la clasificación de sustratos en esos lugares. La información asociada a los sitios de muestreo en campo, es puntual y esto limita la selección de las regiones de interés. Se recomienda usar muestreo tipo manta en el futuro, para mejorar la calidad y utilidad de los datos, para clasificación de sustratos o hábitats marinos (Jaime Nivia, Com. pers.).

Cuadro 7.1. Análisis de separabilidad espectral según Jeffries-Matusita.

Categorías	Jeffries-Matusita
Rocas 1 – Marea roja	1.86603400
Rocas 1 – Rocas 2	1.94272326
Rocas 2 - Marea roja	1.96896733
Rocas 2 - Arena	1.97373818
Arena - Marea roja	1.99854576
Rocas 1 - Marea roja	1.99992081

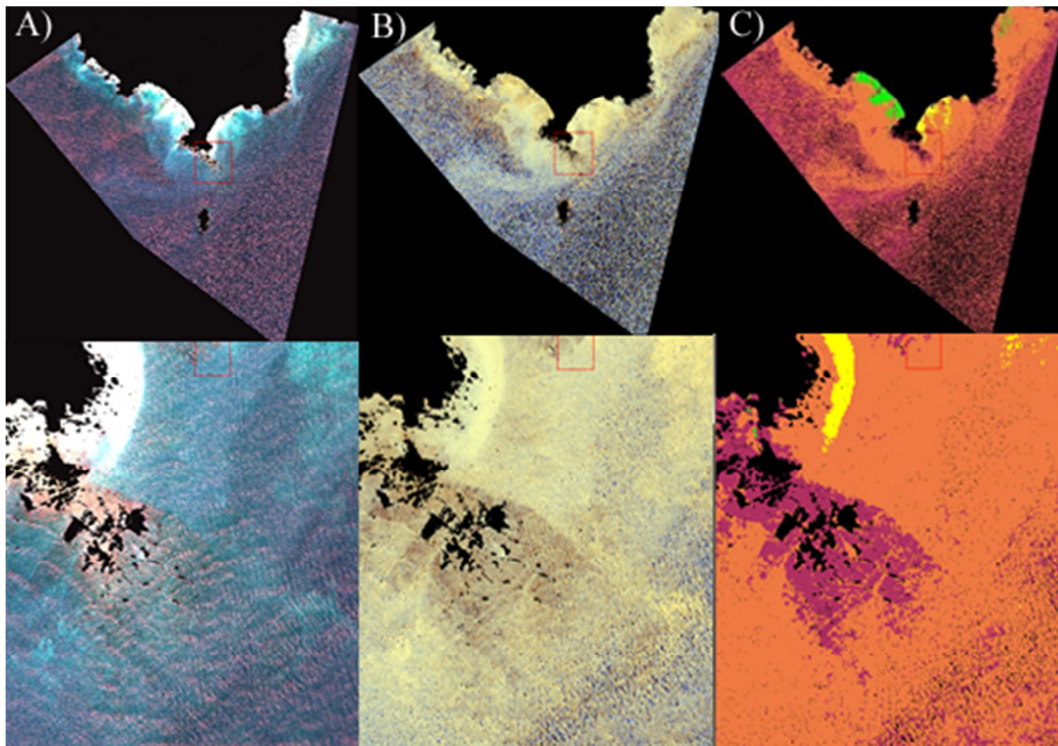


Figura 7.5. Clasificación supervisada de la imagen WorldView 2 de Cabo Blanco, según modelo de máxima verosimilitud usando 4 categorías: arena, rocas 1, rocas 2 y marea roja. **A.** imagen con corrección geométrica y calibración radiométrica. **B.** Imagen de índices de reflectancia del sustrato. **C.** Imagen clasificada.

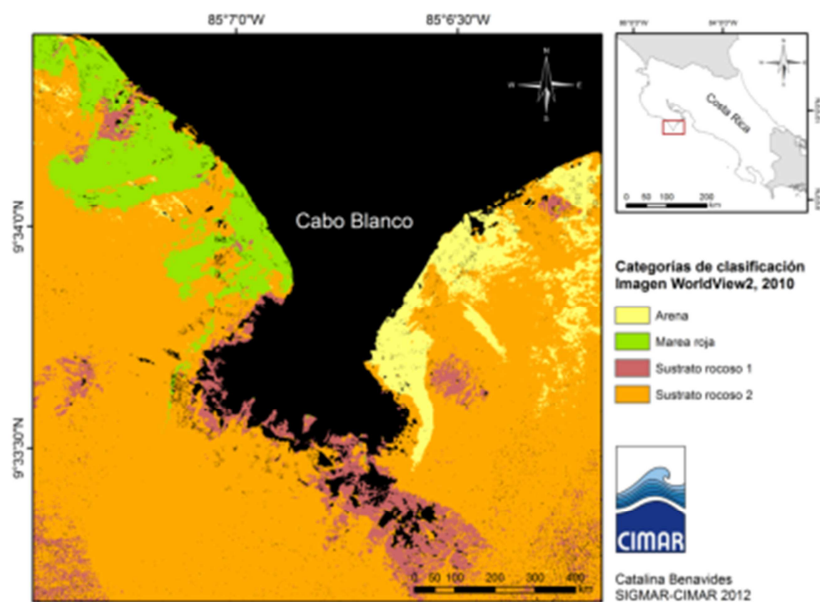


Figura 7.6. Clasificación de sustratos a partir de una imagen WorldView2 del año 2010, para Cabo Blanco, Península de Nicoya, Costa Rica.

Batimetría

Para hacer la clasificación de la batimetría, se usó un árbol de decisión con base en los valores de reflectancia para las bandas 2, 3 y 4. Los valores de reflectancia en la banda 4 mayores que 100, se clasificaron con una profundidad entre 1 y 2 metros; valores de reflectancia en la banda 3 mayores que 150, se clasificaron con una profundidad entre 4 y 5 metros; y valores de reflectancia en la banda 2 mayores que 200, se clasificaron con una profundidad entre 20 y 25 metros.

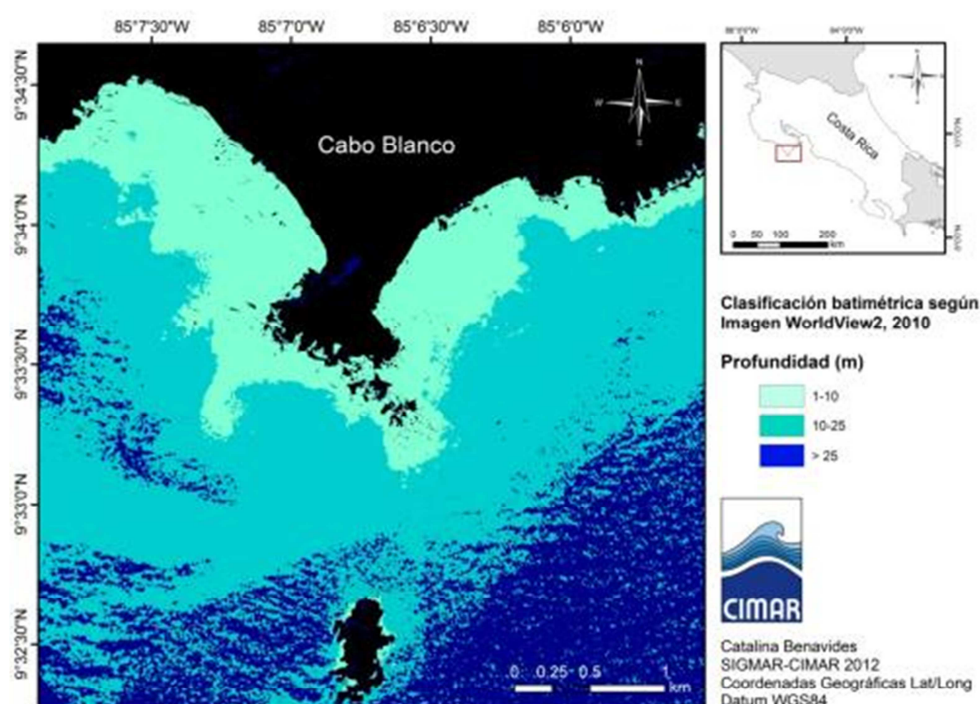


Figura 7.7. Modelo batimétrico de Cabo Blanco, Península de Nicoya, Costa Rica, según valores de reflectancia para las bandas 2, 3 y 4.

NOTAS

1. Tanto la clasificación de sustratos como el modelo batimétrico, son preliminares y deberán ser sometidos a una corroboración de campo, usando muestreo tipo manta y tomando puntos de control a diferentes profundidades.
- 2.*El análisis de Jeffries-Matusita muestra un rango de valores que van de 0 a 2, e indica si los pares de regiones de interés seleccionados son estadísticamente separables, considerando como adecuados valores superiores a 1.7.

8. GESTIÓN COSTERA

8.1. Introducción

Las zonas marino-costeras se caracterizan por albergar recursos que suelen ser aprovechados por múltiples usuarios (as) con intereses distintos, por lo que representan en términos de demografía, biodiversidad y economía, importantes regiones en las que se generan constantemente impactos de carácter ambiental y físico (Barragán *et al.* 2003). En este sentido, la Gestión Integral de las Zonas Costeras (GIZC) ha sido propuesta como la herramienta para enfrentar las presiones sobre las costas (Westmacott 2002), ya que su finalidad principal es lograr un aprovechamiento sostenible de los ambientes y los recursos costeros, mediante la regulación de sus usos, tomando como referencia el contexto ambiental, político y socioeconómico de la región, así como la dinámica propia del sistema costero (Barragán *et al.* 2003).

En los años alrededor de 1990 se dieron eventos mundiales importantes para las costas, entre los cuales destaca la Conferencia de Río, por llamado internacional que hizo sobre la necesidad de un manejo costero integrado (Sherman y Duda 1999, Westmacott 2002). Propiamente en las zonas tropicales, los esfuerzos en materia de gestión costera han aumentado casi al doble en relación con la década de 1990 y han venido incorporando investigación del tipo interdisciplinario, así como el uso de conocimientos tradicionales y la participación local. El principal desafío ha sido la implementación de dichas iniciativas (Westmacott 2002).

Actualmente, en Costa Rica existe un compromiso estatal por definir acciones concretas en las zonas costeras y se ha venido desarrollando procesos que pueden facilitar las iniciativas de gestión costera en el país (Morales-Ramírez *et al.* 2010), la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros es uno de ellos (CZEE-CR 2008). Se cuenta además, con una serie de instituciones que tienen competencia en gestión y manejo costero, lo cual puede ser visto como una ventaja, aunque vale mencionar, que en la práctica ha generado también traslapes de funciones y deficiencias administrativas (Cabrera y Sánchez 2009). Aun así, a pesar de estas debilidades, Costa Rica es uno de los pocos países a nivel latinoamericano que han estado desarrollando iniciativas de GIZC a escala nacional (Barragán 2001).

Como se mencionó anteriormente, la GIZC se trata de un proceso dinámico e iterativo que requiere de adaptabilidad, participación y que debe tomar en cuenta no sólo los usos, sino también los conflictos de intereses y las perspectivas tradicionales e históricas. Ante este panorama resulta evidente que las decisiones relativas al desarrollo sostenible de las zonas costeras, no pueden basarse únicamente en criterios técnicos, puesto que es importante conocer las prioridades

de los individuos, y de las comunidades en el diseño del diagnóstico preliminar de una situación o problemática. Es por esto que es fundamental combinar el conocimiento científico con otros tipos de conocimiento, incluyendo el que se encuentra en los actores directamente implicados en un problema (Vincent *et al.* 2007).

El presente informe es un esfuerzo de GIZC dirigido a la zona del Pacífico Norte de Costa Rica, en el cual se analizó la percepción comunitaria de varias comunidades costeras en relación al espacio geográfico en que realizan sus principales actividades socioeconómicas, los recursos marino-costeros de los que disponen, los usos, la problemática asociada, así como las posibles soluciones. Las comunidades se encuentran ubicadas a lo largo de las Unidades Ecológicas Marinas (UEM) Cabo Blanco y Papagayo, identificadas por el estudio de GRUAS II, como áreas de importancia para la biodiversidad marina y costera del país (SINAC 2008).

8.2. Objetivos

Objetivo general

Analizar la percepción de los (as) pobladores de las zonas marino-costeras del Pacífico Norte de Costa Rica, en relación a los servicios ecosistémicos, el manejo, conservación y uso de los recursos marino-costeros de la región.

Objetivos específicos

- Identificar actores clave en las zonas de estudio.
- Conocer la percepción de las comunidades vecinas y grupos de interés sobre el manejo, conservación y uso de los recursos marino costeros.

8.3. Metodología

Selección de localidades de consultación

A modo de cumplir con los objetivos del trabajo y para desarrollar el proceso de consultación dentro de los lineamientos establecidos se identificó la necesidad dividir el área de consultación del Pacífico Norte en tres zonas distintas de trabajo. Por este motivo se designaron tres puntos focales de trabajo: 1) Cuajiniquil (Zona Norte); 2) Villarreal (Zona Media); y 3) Montezuma (Zona Sur) (Cuadro 8.1). Dado las tres zonas de trabajo se desarrollaron tres talleres de consultación y tres visitas previas (pre-talleres) para el proceso de convocación.

En la visita previa al taller se hizo un reconocimiento general de la zona de trabajo, para identificar los actores relacionados con el área marino-costera respectiva y para proceder con la convocatoria efectiva a los talleres. Se elaboraron

afiches y volantes para la convocatoria de cada taller que expresaran la mayor cantidad de información relevante posible a modo de fomentar la participación por los (as) posibles participantes (Anexos: Fig. A6-A10, Cuadros A14).

La convocatoria fue extendida a miembros de las comunidades aledañas al sitio donde se realizó el taller, a miembros y/o representantes de grupos comunales organizados, líderes religiosos, empresarios (as) de la zona, representantes del sector pesca y turismo, representantes del SINAC (ya sea del ACG o el ACT, según correspondió), instituciones estatales y Organizaciones no Gubernamentales (ONG's) involucrados en proyectos de distintos índoles en la zona. Para el proceso de convocatoria se colocaron afiches en sitios concurridos, se entregaron volantes y se extendieron invitaciones a actores clave.

Para el desarrollo de los talleres se utilizaron las instalaciones dentro de las localidades que resultaron más viables en cuanto a facilidades y acceso para los participantes, tales como centros comunitarios y establecimientos comerciales céntricos.

Cuadro 8.1. Esfuerzo de convocatoria y asistencia registrada para los talleres de consultación en relación a gestión costera en el Pacífico Norte, Costa Rica.

* Además de afiches y volantes se invitaron actores clave de cada localidad.

CONVOCATORIA ASISTENCIA COMUNIDAD	PRE-TALLER			TALLER	
	Comunidades convocadas*	Afiches colocados*	Volantes repartidos	Total de participantes	Comunidades que atendieron convocatoria
Cuajiniquil Pre-taller: 10 y 11 febrero Taller: 10 marzo	Cuajiniquil El Jobo	15	215	69	Cuajiniquil Cangrejal
Villarreal Pre-taller: 4 mayo Taller: 19 mayo	Villarreal Tamarindo Playa Grande	15	450	5	Villarreal
Montezuma Pre-taller: 6 agosto Taller: 11 agosto	Montezuma Cabuya Tambor	4	200	38	Montezuma Cabuya Pochote Tambor Cabo Blanco

* Fueron colocados en sitios de alta concurrencia.

Proceso de consultación

Los talleres se realizaron de manera participativa con un equipo de facilitadores entrenado en gestión costera integrada y capacitados para dichos procesos. Para este efecto se contó con la participación del equipo de trabajo y además con el apoyo de Cand. M.Sc. Gleice Alves Salles y Cand. M.Sc. Uirá Braga Rocha estudiantes del Posgrado de Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales (GIACT) y Cand. Lic. Angie Garita Cambronerero estudiante de la Escuela de Estadística, de la Universidad de Costa Rica.

Se desarrolló un cronograma para el taller basado en múltiples técnicas de facilitación y procesos de consultación en comunidades costeras (Bunce *et al.*

2000). En todo momento se fomentó la participación igualitaria de todo el grupo, así como el respeto mutuo entre participantes y el equipo facilitador. Las dinámicas de consultación se basaron en metodologías probadas para procesos de consultación (Bunce *et al.* 2000) y se desarrollaron de manera dinámica fomentando la participación. Incluyeron dinámicas de “rompe hielo” al inicio y de clausura al final del taller. Se trabajó en subgrupos cuando el número de participantes lo permitía, validando los resultados de cada subgrupo con dinámicas de integración de resultados. Los participantes desarrollaron el contenido de los resultados de cada dinámica.

El equipo facilitador registró de manera transparente para los participantes, las dinámicas realizadas y resultados, guardó el material con los resultados, tomó notas y fotografías durante el taller. Al final del proceso de consultación se entregó una hoja de comentarios y sugerencias a los participantes para proceder con la evaluación del trabajo realizado por el equipo de facilitadores y el desarrollo de cada taller.

Metodológicamente el taller constó de las siguientes secciones: 1) Inscripción de los (as) participantes y entrega de materiales; 2) Introducción al taller y presentación de normas del taller y conceptos básicos; y 3) Actividades grupales de acuerdo a tres ejes temáticos establecidos por el equipo de trabajo: a) identificación del área de trabajo, los recursos marino-costeros presentes y usos ; b) identificación de actores clave y grado de participación c) identificación de problemáticas y soluciones.

Identificación del área de trabajo, los recursos marino-costeros presentes, usos y principales actores

Los y las participantes de cada taller dispusieron de un esbozo del mapa de la Península de Nicoya el cual utilizaron para delimitar el área de trabajo para el taller y agregar los sitios de su interés. Sobre dicho mapa señalaron además las actividades de aprovechamiento en los respectivos ecosistemas. Culminando en un listado desarrollado por los participantes de los recursos marino-costeros presentes en el área delimitada, los usos que se les da a esos recursos y las personas o entidades encargadas de administrarlos.

Identificación de actores y su grado de participación en la administración de los recursos

Por medio de dinámicas de consultación los (as) participantes identificaron las entidades que consideran relacionadas con el aprovechamiento, administración y regulación de los recursos en marino-costeros del área de consultación en el Pacífico Norte. Posteriormente, los (as) participantes de cada taller definieron de

manera grupal para cada entidad el grado de dependencia y el grado de participación en la administración de los recursos marino-costeros del área.

Identificación de problemáticas asociadas a los recursos, su aprovechamiento, y planteamiento de soluciones

Las personas participantes por medio de dinámicas de facilitación elaboraron un listado de las problemáticas asociadas a los recursos marino-costeros presentes en el área de trabajo para cada taller. Con dicho listado todos los (as) asistentes al taller procedieron a identificar las posibles soluciones para cada uno de los problemas que fueron previamente identificados. De esta manera el colectivo de participantes identificó tanto los problemas percibidos para el área de trabajo y realizó recomendaciones directas para mejorarlos o solucionarlos. Una vez realizados los tres talleres de consultación el equipo de trabajo llevó a cabo un análisis de las percepciones de los participantes registradas durante cada taller. El equipo pudo comparar los resultados obtenidos en general en todos los talleres y analizar diferencias o similitudes en resultados entre zonas de consulta, unificando resultados representativos para la región del Pacífico Norte.

8.4. Resultados

Los días 10 de marzo, 19 de mayo y 11 de agosto del 2012, se llevaron a cabo exitosamente los tres talleres de consultación propuestos para el Pacífico Norte de Costa Rica. Cada taller fue precedido por un pre-taller en el que se organizó la logística y llevó a cabo la convocatoria a los respectivos procesos de consulta (Anexos: Fig. A6-A10). El primer taller se desarrolló en la comunidad de Cuajiniquil, el segundo en la comunidad de Villarreal y el tercero en Montezuma, cada uno convocando a las comunidades aledañas (Cuadro 8.1)

Los tres talleres de consultación realizados incluyeron participantes provenientes de siete comunidades del Pacífico Norte (Cuadro 8.1). En total se registraron 112 participantes: cinco procedentes de Villarreal, 69 de Cuajiniquil y 38 provenientes de las comunidades de Montezuma, Cabuya, Pochote, Tambor y Cabo Blanco (Fig. 8.1). El número de participantes registrado en cada taller no reflejó directamente el esfuerzo de convocatoria respectivo, donde el sitio de mayor esfuerzo de convocatoria presentó el menor número de participantes (Cuadro 8.1). En total se contó con una participación de 66% de hombres y 34% de mujeres (Fig. 8.2).

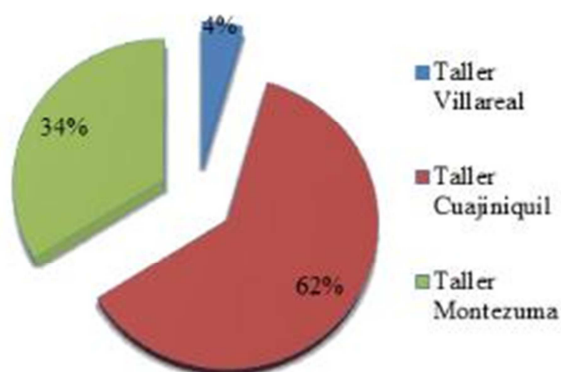


Figura 8.1. Total de participantes que asistieron a cada uno de los tres talleres realizados en el proceso de consultación en el Pacífico Norte, Costa Rica.

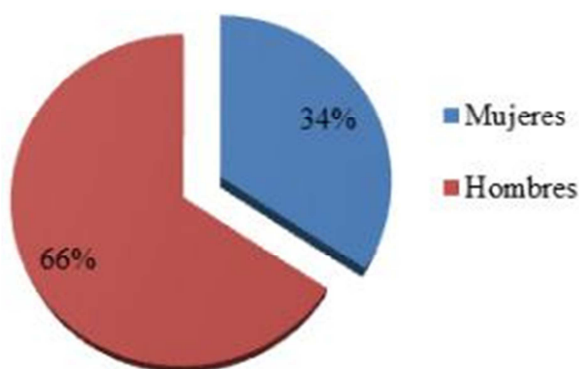


Figura 8.2. Proporción de mujeres y hombres de los participantes que asistieron a los tres talleres de consultación realizados en el Pacífico Norte, Cota Rica.

El grupo de participantes estuvo conformado por individuos de la comunidad, grupos comunitarios organizados, organizaciones no gubernamentales (ONG), el sector turismo, pesca y funcionarios (as) del sector estatal (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Áreas de Conservación Tempisque-Guanacaste, de la Fuerza Pública y de la Municipalidad). El sector predominante que atendió la convocatoria a los talleres fue el comunitario, a excepción del taller realizado en Villareal, en el que únicamente se contó con la participación de cinco personas, todos representantes del sector de pesca deportiva. Contrario a lo esperado, no asistió ningún (a) funcionario (a) del Parque Nacional Marino Las Baulas (PNMLB) ni tampoco miembros de otras asociaciones comunales (Fig. 8.3).

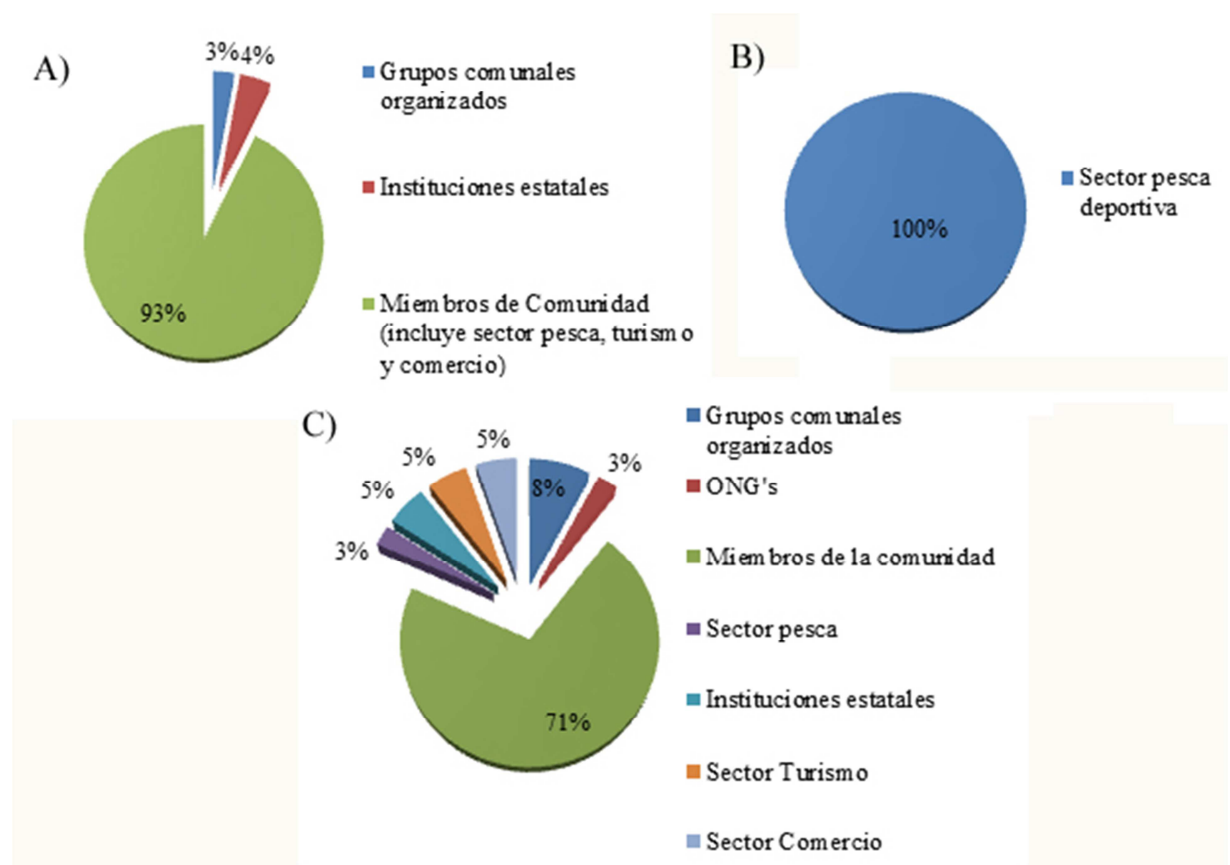


Figura 8.3. Composición sectorial de los (as) asistentes a los tres talleres de consultación realizados en el Pacífico Norte, Costa Rica. A) Cuajiniquil; B) Villarreal; y C) Montezuma.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada una de las comunidades visitadas según los ejes temáticos previamente establecidos para los talleres.

Identificación del área de trabajo, los recursos marino-costeros presentes, usos y principales actores

Delimitación del Área de Trabajo

En Cuajiniquil durante el primer taller realizado, el área de estudio fue delimitada por los participantes desde la frontera con Nicaragua hasta la Pta. Santa Elena, con base en las áreas marino-costeras que ellos utilizan para realizar sus distintas actividades económicas y de subsistencia. En Villarreal, durante el segundo taller, con los mismos criterios, los (as) participantes identificaron la zona de estudio (desde la frontera con Nicaragua hasta la Pta. Santa Elena), pero además señalaron los recursos presentes tanto dentro como fuera de las principales Áreas Silvestres Protegidas (ASP) de sus comunidades. Se indicó que dentro del Parque

nacional Marino las Baulas (PNMLB) sí hay extracción de recursos marinos pese a la prohibición, esta actividad es llevada a cabo principalmente por pescadores artesanales de otras zonas (como El Coco y Brasilito), pero también por algunos pescadores de Tamarindo pescan dentro del parque (Cuadro 8.2). En Montezuma, tras agrupar la información aportada por los equipos de trabajo, fue posible identificar que el área de interés para el taller se delimita desde Curú hasta Malpaís-Santa Teresa. Además, se indicó la dualidad de que en algunos sitios se practica turismo ecológico mientras que en otros se extraen recursos (por medio de la pesca) dentro de la RNACB. Uno de los grupos enfatizó la importancia de la zona de recarga acuífera y del Corredor Biológico Peninsular (Cuadro 8.3).

Cuadro 8.2. Identificación de sitios de interés en la comunidad de Villarreal (y áreas aledañas), ambientes y actividades dentro y fuera de los límites del PNMLB

Sitio	Actividad
Fuera del PNMLB	
Islas Catalinas	-Buceo scuba - Buceo a pulmón (snorkeling) -Pesca deportiva
Entre Pta. Nombre de Jesús y Pta. Conejo	-Buceo a pulmón (snorkeling) -Navegación (Catamaranes)
Estero San Francisco	-Pesca (trasmallo)
Bajos por sector de Playa Langosta	- Pesca deportiva - Pesca con compresor
Dentro del PNMLB	
Pta. Carbón	-Buceo a pulmón (snorkeling) -Navegación (Catamaranes)
Pta. Ventanas	-Surf
Playa Grande	-Surf
Islotes dentro del PNMLB	-Pesca con compresor
Estero Tamarindo	-Pesca (trasmallo) -Turismo (navegación por el estero)
Isla Capitán	-Surf -Kayaking

Pta. San Francisco	-Surf
--------------------	-------

Cuadro 8.3. Identificación de sitios de interés en la comunidad de Montezuma y zonas aledañas, ambientes y actividades dentro y fuera de los límites de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco (RNACB).

Sitio	Actividad y (o) Ecosistema
Fuera del RNACB	
Refugio Nacional de Vida Silvestre Curú	Turismo
Reserva Biológica Isla Negritos	Buceo recreativo
Pochote	Manglar
Muelle Tambor	-Centro de Acopio de pescado -Avistamiento de ballenas
Tambor	-Turismo -Ballenas
Reserva Natural Absoluta Nicolás Wessberg	-Turismo -Delfines
Refugio Nacional de Vida Silvestre Romelia	Turismo
Cóbano	-Reservorio de agua -Agricultura
Montezuma	-Ríos y cascadas -Turismo ecológico -Arribada de Tortugas -Pesca artesanal
Cedros	-Playa -Surf -Pesca artesanal
Cabuya	-Comunidad -Turismo ecológico -Pesca artesanal -Centro de acopio de Pescadores -Agricultura y ganadería

Sitio	Actividad y (o) Ecosistema
	-Arrecifes
Islote Cementerio	-Turismo -Buceo recreativo
Zona de recarga acuífera	Reservorios acuíferos que van aproximadamente desde Pochote hasta Cabo Blanco
Malpaís, Playa Carmen y Santa Teresa	-Surf -Turismo -Arribada de Tortugas
Dentro del RNA Cabo Blanco	
Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco	-Turismo -Conservación --Pesca ilegal -En sus límites hay reservorios de agua
Otros sitios	
Corredor biológico peninsular	Zona de interconexión de poblaciones de vida silvestre de la RNACB con la de las áreas protegidas del sur de la Península de Nicoya

Recursos naturales, usos y principales actores

Se evidencia que en Cuajiniquil y zonas vecinas, el mayor uso al que están siendo sujetos los ecosistemas y recursos marino-costeros de esta zona lo componen las actividades extractivas, con distintas artes de pesca y varias especies objetivo (Cuadro 8.4). Por su parte en Villarreal los recursos marino-costeros son mayormente aprovechados en la industria turística mediante la pesca deportiva y el turismo recreativo (surf, snorkeling y buceo scuba, navegación y kayaking), aunque también se identifican otras actividades extractivas como la pesca artesanal y comercial con distintas artes de pesca, incluido el uso de trasmallos, palangre, arrastre y buceo con compresor (Cuadro 8.5). Finalmente, en el taller realizado en Montezuma se encontró que los recursos están principalmente asociados con el turismo y en menor medida con actividades extractivas. En esta zona se incluye a la lista el recurso humano (Cuadro 8.6).

Cuadro 8.4. Identificación de los recursos presentes en la zona delimitada por los participantes del taller Cuajiniquil y zonas aledañas, sus usos y los principales actores responsables de su administración y regulación.

Recursos	Usos	Administración/Regulación*
Recurso pesquero	-Pesca comercial - Pesca artesanal Ambas con distintas artes de pesca (palangre, arrastre, trasmallo, cuerda, buceo compresor). Principales usuarios (as): barcos atuneros, barcos camaroneros y pescadores (as) artesanales de Cuajiniquil	INCOPESCA
Pepinos, langostas, pulpos y moluscos	-Pesca artesanal Principales usuarios (as): buzos con compresor	INCOPESCA
Picudos, atunes, dorados	-Pesca deportiva (turismo) -Pesca comercial (palangre) Principales usuarios (as): operadores (as) turísticos de pesca deportiva	INCOPESCA
Tiburones	-Pesca comercial (palangre y trasmallo) -Turismo	INCOPESCA
Playa	-Turismo (descanso y recreación) -Extracción de almejas Principales usuarios(as): turistas y locales	Grupo comunitario de mujeres
Manglar	-Turismo -Educación - Extracción madera -Extracción de pianguas	INCOPESCA, Guardacostas y MINAET/SINAC
Corales	-Turismo (snorkeling y buceo scuba) -Educación -Extracción de especies ornamentales (para acuarios)	INCOPESCA

* Los (as) participantes indicaron a quién le corresponde administrar y regular estos recursos, sin embargo manifestaron que algunas de las instituciones responsables (INCOPESCA y Guardacostas) no están cumpliendo con su deber.

Cuadro 8.5. Identificación de los recursos presentes en la comunidad de Villarreal y zonas aledañas, sus usos y los actores responsables de su administración y regulación.

Recursos	Usos	Administración/Regulación*
Recurso pesquero	-Pesca comercial con distintas artes de pesca (palangre, arrastre). Principales usuarios (as): barcos atuneros y camaroneros.	INCOPECA
Pepinos, langostas, ostras	- Pesca artesanal Principales usuarios: buzos con compresor	INCOPECA
Picudos, gallos, atunes, dorados	-Pesca deportiva (turismo) Principales usuarios (as): operadores turísticos de pesca deportiva	INCOPECA
Playas y olas ⁺	-Turismo (recreación, surf, snorkeling, kayaking) Principales usuarios (as): turistas (extranjeros y nacionales) y locales	N.E
Tortugas	-Turismo Principales usuarios(as): turistas (extranjeros y nacionales) y guías locales	SINAC/MINAET
Cetáceos ⁺	-Turismo** Principales usuarios (as): turistas (extranjeros y nacionales)	N.E
Esteros	-Pesca artesanal (trasmallo y extracción de pianguás) -Turismo Principales usuarios (as): turistas (extranjeros y nacionales), guías locales y pescadores artesanales	SINAC/MINAET

* Los participantes indicaron a quién le corresponde administrar y regular estos recursos, sin embargo manifestaron que las instituciones responsables no están cumpliendo con su deber.

** El interés en este recurso es mínimo, la observación de cetáceos no constituye una actividad principal en esta zona y no se ofrecen viajes exclusivos para esto. La actividad se lleva a cabo complementariamente con los viajes de pesca deportiva o navegación.

*Recursos clasificados como N.E son aquellos sobre los cuales no se especificó el ente administrador.

Cuadro 8.6. Identificación de los recursos presentes en la comunidad de Montezuma y zonas aledañas, sus usos y los principales actores responsables de su administración y regulación.

Recursos	Usos	Administración/Regulación*
Recurso pesquero-peces* (pargo, jureles, robalos, yegüita, cabrilla, corvina, venado, gallinita, loros, tiburón, piangüa)	-Pesca artesanal con línea y trasmallo -Pesca de subsistencia -Pesca deportiva (e.g. pez vela) Principales usuarios (as): pescadores y pescadoras de las comunidades	INCOPESCA y Guardacostas
Pez vela	Pesca deportiva	INCOPESCA y Guardacostas
Otros recursos pesqueros-extractivos* (langosta, camarón pinky, cambute, pulpo, almejas)	-Pesca artesanal y extracción -Pesca de subsistencia -Buceo a pulmón -Buceo con compresor Principales usuarios (as): pescadores y pescadoras de las comunidades	INCOPESCA y Guardacostas
Recurso hídrico*(Agua potable, ríos, pozas, cascadas y acuíferos)	-Consumo humano -Turismo -Ecosistema -Riego en cultivos Principales usuarios (as): Comunidades, turistas, desarrolladores turísticos	ASADAS, AyA, Municipalidad y comités locales
Playas y olas*	-Turismo (recreación, surf, snorkeling, kayaking) -Belleza escénica -Identidad cultural y espiritual Principales usuarios (as):	Municipalidades, Cámara de Turismo, ICT

Recursos	Usos	Administración/Regulación*
	comunidades locales, turistas (extranjeros y nacionales)	
Tortugas*	-Turismo -Educación -Conservación -Investigación Principales usuarios (as): comunidad, turistas (extranjeros y nacionales) y guías locales	SINAC/MINAET, Asociaciones y ONG's
Vida silvestre(venados, monos, aves marinas, tepezcuintle, ardillas, guatusas)	-Turismo Principales usuarios (as): comunidad, turistas (extranjeros y nacionales), guías locales	SINAC/MINAET, comunidad
Islas (Cabuya, Negritos, Cabo Blanco y Cementerio, Tortuga)	-Turismo Principales usuarios (as): comunidad, turistas (extranjeros y nacionales), guías locales	Comunidad
Suelos*	-Ganadería y agricultura -Venta y alquiler de terreno -Extracción de madera melina, teca y pochote) -Construcción de edificaciones y viviendas Principales usuarios (as): Comunidad, Empresarios (as), comerciantes	Municipalidad, MINAET/SINAC
Manglares	-Extracción de moluscos	Comunidad
Arrecifes**	-Buceo recreativo	N.E

Recursos	Usos	Administración/Regulación*
Cetáceos**(ballenas y delfines)	N.E	N.E
Recurso Humano*	-Desarrollo de la economía local y nacional -Organización comunitaria Principales usuarios (as): comunidad, turistas	Pequeños (as) y medianos (as) empresarios (as) y comerciantes, Asociaciones de desarrollo, comité de deportes, iglesias, grupos ecológicos

* Los (as) participantes enfatizaron en los usos y actores asociados a estos recursos.

**Recursos clasificados como N.E son aquellos sobre los cuales no se especificó su uso o el ente administrador.

Identificación de actores y su grado de participación en la administración de los recursos

En el caso de Cuajiniquil, los (as) asistentes al taller analizaron la dependencia hacia los recursos y el grado de participación de once actores. Para estas personas la pesca deportiva y artesanal, así como el sector turismo son los actores más dependientes de los recursos (Fig. 8.4). Por su parte, la pesca deportiva y el MINAET/SINAC son señalados como unos de los actores que más participan en la administración de dichos recursos en la zona (Fig. 8.5). Los actores clasificados como N.E son aquellos sobre los cuales no se especificó la dependencia o el grado de participación.

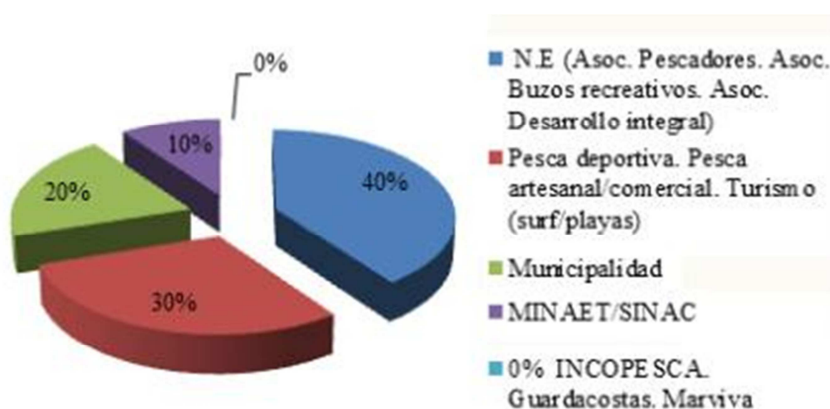


Figura 8.4. Percepción comunitaria sobre los actores y su dependencia de los recursos marino-costeros (Taller de Cuajiniquil).

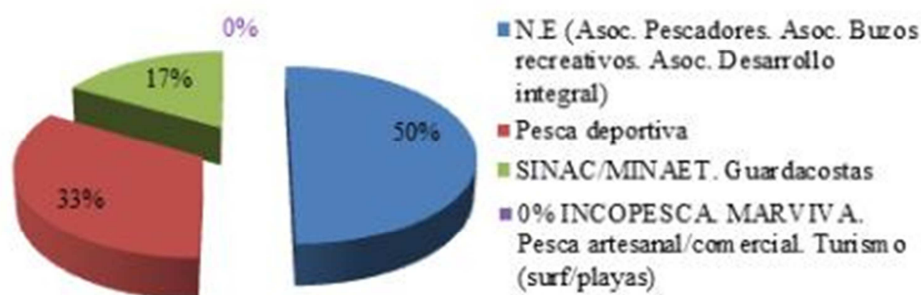


Figura 8.5. Percepción comunitaria sobre la participación de los actores en la regulación y administración de los recursos marino-costeros (Taller de Cuajiniquil).

En el taller de Villarreal se tomaron en cuenta cinco actores para el análisis, el cual determinó que las actividades llevadas a cabo por los sectores de pesca (artesanal, comercial y deportiva) además del turismo, son las más dependientes del recurso (Fig. 8.6), aunque advierten que sólo los operadores de pesca deportiva buscan involucrarse en la regulación de su aprovechamiento (Fig. 8.7).

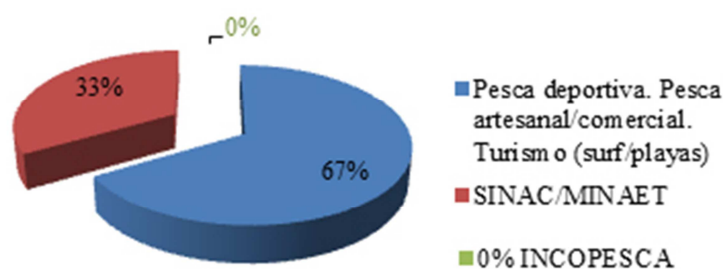


Figura 8.6. Percepción comunitaria sobre la dependencia de los actores de los recursos marino-costeros (Taller de Villarreal).

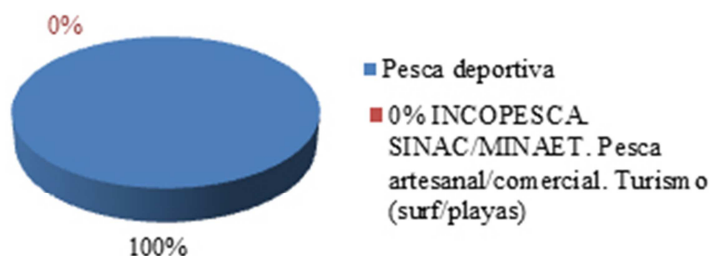


Figura 8.7. Percepción comunitaria sobre la participación en la regulación y administración de los recursos marino-costeros (Taller de Cuajiniquil).

Con respecto al taller de Montezuma, se muestra que las personas perciben que los actores más dependientes de los recursos son la sociedad civil, ONG y algunas instituciones estatales (Fig. 8.8), mientras que los que menos participan son la mayoría de instituciones y entidades estatales (Fig. 8.9), con la excepción de la Municipalidad de Cóbano y el ICT que son considerados como entes con una participación entre alta y muy alta, pero cabe destacar que la clasifican como una participación negativa. Algunos de los actores con mayor grado de participación corresponden a agrupaciones comunales y líderes de la comunidad, los (as) cuales son identificados específicamente por las personas asistentes al taller como Marjorie Carmona, Emilia Barrantes y Victoria Quirós de Montezuma; Fernando Morales de Cabuya.

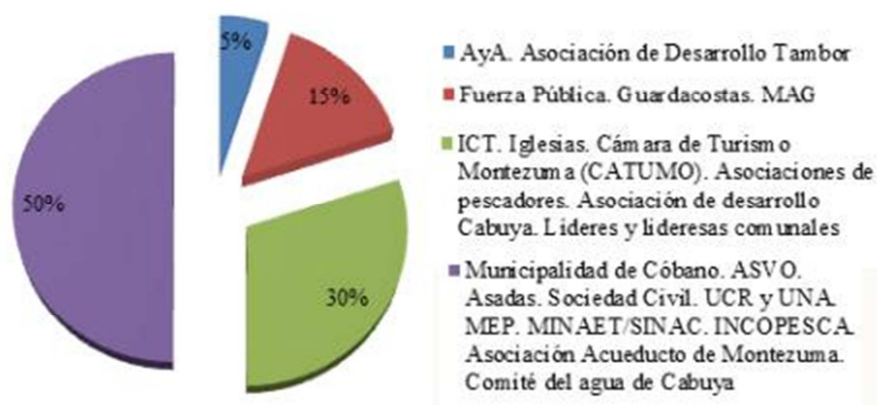


Figura 8.8. Percepción comunitaria sobre los actores y su dependencia de los recursos marino-costeros (Taller de Montezuma).

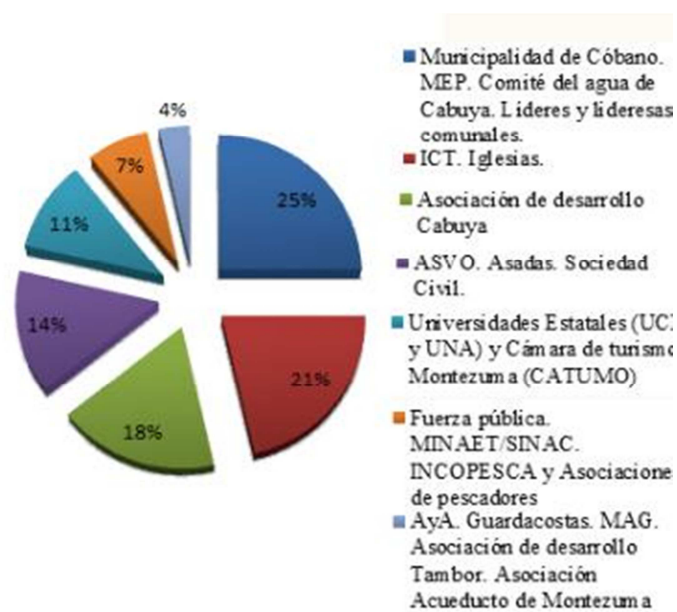


Fig. 9. Percepción comunitaria sobre la participación en la regulación y administración de los recursos marino-costeros (Taller de Montezuma).

Identificación de problemáticas asociadas a los recursos, su aprovechamiento y planteamiento de soluciones

En Cuajiniquil se señala como problemas principales, las prácticas pesqueras no sostenibles y la sobreexplotación del producto pesquero. Se mencionan también cambios en las condiciones medio-ambientales, por ejemplo modificaciones en la temperatura del agua que han estado incidiendo en la disminución de los recursos (Cuadro 8.10). Además se señala como problema la prohibición de pesca en el Parque Nacional Marino Islas Murciélagos (PNMIM) (Cuadro 8.11).

En Villarreal expresaron que uno de los principales conflictos es la ineficiencia por parte de INCOPECA en el cumplimiento de sus labores (Cuadro 8.12). Además mencionan que situaciones de corrupción asociadas a esta institución podrían estar afectando los recursos de la zona marino-costera, en el sentido de que conocen denuncias que no llegan a buen término, relacionadas con la extracción de recursos dentro de las áreas marinas protegidas, ya que en la mayoría de los casos los (as) pescadores (as) son alertados (as) y huyen del sitio antes de que lleguen los (as) funcionarios (as). También consideran ineficiente la labor del SINAC, en relación a que los (as) funcionarios (as) del PNMLB se preocupan exclusivamente del recurso “tortugas” y sus labores de vigilancia se limitan exclusivamente a la playa durante las horas de la noche. Consideran que están dejando de lado la vigilancia y protección de los otros sectores del parque, incluyendo la parte marina y externan su preocupación de todos estos factores sobre la reducción de los recursos de los cuales dependen económicamente.

En Montezuma se identifican como principales problemáticas (Cuadro 8.13), el escaso abastecimiento de agua potable en las comunidades, la falta de control sobre la calidad del agua de consumo y de otras fuentes de agua, la carencia de sistema activo de recolección de basura por parte de la municipalidad, la extracción ilegal de huevos de tortuga y la utilización algunas veces inadecuada por parte de las municipalidades y del ICT de la figura de los planes reguladores, lo que impide a muchos (as) pobladores (as) acceder a una concesión en dentro de la Zona Marítimo Terrestre (ZMT), lo que a su vez ha venido promoviendo desalojos en las zonas costeras.

En el taller de Cuajiniquil se enlistaron además, los principales conflictos entre actores y posibles soluciones a estos problemas (Cuadro 8.11). El principal conflicto entre usuarios (as) identificado lo constituye la presencia de un área marina protegida en la zona, pues los locales señalan que la prohibición de usos extractivos dentro del Parque Nacional Marino Islas Murciélagos (PNMIM) implica un perjuicio para su economía local.

Tras la finalización de los talleres, los (as) participantes expresaron de forma generalizada, una satisfacción por haber participado en ellos, así como agradecimiento al equipo de facilitadores por la visita a sus respectivas comunidades. Coinciden en que las dinámicas facilitaron la participación de los (as) asistentes y coinciden en que requieren más espacios de este tipo, en el que se les permita expresar las ideas que tienen sobre los problemas que enfrentan las zonas costeras en que viven, así como sobre las potencialidades y oportunidades que poseen para resolverlos.

Cuadro 8.7. Principales problemáticas asociadas a los recursos de la comunidad de Cuajiniquil (y zonas vecinas), su aprovechamiento y soluciones planteadas.

Recurso	Problemática/s	Solución/es Propuesta/s
Recurso pesquero	-Uso de artes de pesca no selectivas (arrastre). -Extracción de organismos con tallas inferiores a las permitidas (sin que hayan alcanzado la madurez reproductiva). -En ocasiones se extrae el recurso cuando están en época reproductiva, entonces se sacan hembras con huevos. -Mareas rojas.	⇒ Eliminar por completo la pesca de arrastre y prohibir a los camaroneros pescar en la zona. ⇒ Regular el tipo de anzuelos y el haz de luz de las mallas utilizadas en los trasmallos. ⇒ Respetar las tallas establecidas para la extracción de las especies. ⇒ Devolver las hembras con huevos. ⇒ Establecer vedas entre la época seca y la lluviosa, para permitir que las poblaciones se reproduzcan exitosamente y se recuperen. ⇒ Identificar los “criaderos” y protegerlos eficientemente para garantizar el recurso en el futuro.
Pepinos, langostas, pulpos y moluscos	-Extracción de tallas pequeñas, hembras con huevos y cantidades excesivas.	⇒ Eliminar el buceo con compresor. ⇒ Respetar las tallas establecidas para la extracción de las especies.
Picudos, atunes, dorados	-Disminución del recurso por pesca sin regulación.	⇒ Regular el tipo de anzuelos que se utilizan en esta pesca.
Tiburones	-Sobre-explotación del recurso. -Aleteo	⇒ Llevar los tiburones al puerto con las aletas adheridas al cuerpo.
Playa	-Contaminación: con desechos sólidos. - Erosión	⇒ No depositar desechos sólidos en la playa. ⇒ Programa de limpieza de playas.
Manglar	-Pesca con trasmallos y chinchorros en la entrada del manglar. -Deforestación y extracción de fauna silvestre (aves). -Extracción de ostras. -Sedimentación	⇒ Proteger estos ecosistemas y sólo permitir su aprovechamiento para el turismo. ⇒ Controlar que no se usen trasmallos ni chinchorros en el manglar. ⇒ Evitar la contaminación del

Recurso	Problemática/s	Solución/es Propuesta/s
	-Contaminación: principalmente por desechos sólidos.	manglar. ⇒ No extraer madera del manglar (aunque está prohibido igual continúa esta práctica).
Corales	-Mareas rojas: los corales están muriendo con las mareas rojas. -Sedimentación: afecta el crecimiento de los corales. -Extracción de especies para acuarios. -Destrucción por el anclaje de los botes. -Contaminación: restos de artes de pesca (redes viejas, cuerdas, etc.). - Cambios en la temperatura del agua del mar (cambio climático).	⇒ Proteger estos ecosistemas. ⇒ No pescar en los arrecifes coralinos. ⇒ No extraer corales ni otras especies para acuarios. ⇒ Poner boyas para evitar que las anclas destruyan el arrecife.

Cuadro 8.8. Principales conflictos entre actores y algunas posibles soluciones.

Actores (Conflicto)	Solución/es
SINAC-Pescadores de Cuajiniquil (Prohibición de extracción dentro del PNMIM)	⇒ Marcaje de los límites marinos del área protegida por medio de boyas. ⇒ Mejorar el conocimiento científico para poder fundamentar la implementación de programas de pesca sostenible. El personal a cargo de la investigación científica debe estar capacitado y ser imparcial. ⇒ Abrir el parque para la extracción de especies, pero la actividad pesquera deber estar regulada (permitir el uso de artes de pesca selectivas y respetar las tallas).
INCOPESCA-Pescadores de Cuajiniquil (Regulación inapropiada de la actividad pesquera)	⇒ Que INCOPESCA desarrolle talleres con la comunidad sobre las regulaciones de la actividad, y que participe activamente de estas actividades. ⇒ Estandarizar las licencias de pesca y especificar en el documento el/los artes de pesca autorizados (así sólo se tiene una licencia con varias autorizaciones en lugar de varias). ⇒ Que siempre hayan inspectores de INCOPESCA en los recibidores y los muelles para regular el tipo de especies, la cantidad y las tallas que se están

Actores (Conflicto)	Solución/es
	extrayendo.

Cuadro 8.9. Principales problemáticas asociadas a los recursos de la comunidad de Villarreal (y zonas aledañas), su aprovechamiento y soluciones planteadas.

Recurso	Problemática	Solución
Recurso pesquero	-Uso de artes de pesca no selectivas (trasmallos, palangres). -Extracción de organismos con tallas inferiores a las permitidas (sin que hayan alcanzado la madurez reproductiva).	⇒ Eliminar por completo algunas artes de pesca como los trasmallos y palangre, dentro y fuera de las áreas protegidas. ⇒ Permitir únicamente la pesca deportiva y la pesca artesanal con cuerda. ⇒ Implementar vedas.
Pepinos, langostas, ostras	-Extracción de tallas pequeñas y cantidades excesivas.	⇒ Eliminar el buceo con compresor.
Mar y playas*	-Mareas rojas: ahora son más frecuentes, duran más y son más densas.	N.E
Esteros	-Pesca con trasmallos y extracción de pianguas y ostras. -Dragado de un río en la zona está afectando al estero. -Contaminación: hay desagüe de aguas negras directo al estero.	⇒ Controlar que no se usen trasmallos en el estero.

*Recursos clasificados como N.E son aquellos sobre los cuales no se especificó una solución.

Cuadro 8.10. Principales problemáticas asociadas a los recursos de Montezuma (y zonas aledañas), su aprovechamiento y soluciones planteadas.

Recursos	Problemática/s	Solución/es planteadas
Recurso pesquero (peces y otros recursos)	-Sobreexplotación -Uso de artes de pesca poco sostenibles como el trasmallo y buceo con compresor -Pesca ilegal en RNACB -Guardacostas centra su labor en la acción antidrogas -La pesca de langosta no se controla en las vedas -Muy mala planificación del recurso pesquero	⇒ Mayor control en las vedas ⇒ Aumento en la vigilancia por parte de las entidades encargadas ⇒ Planificación del recurso pesquero ⇒ Regulación en la recolección de moluscos ⇒ Mayor participación de Guardacostas e INCOPESCA en el aspecto marino-costero

Recurso hídrico (Agua potable, ríos, pozas, cataratas y acuíferos)	-Desarrollos turísticos consumen altos niveles de agua -Hay poco abastecimiento a las comunidades -Mala administración del AyA -Falta de información, educación y concientización -Disminución del caudal de ríos -Falta de monitoreo -No hay control sobre aguas residuales -Ausencia de Estudios de Impacto Ambiental (e.g. proyecto secó laguna Balsitas en RNACB) -Contaminación -Municipalidad no cuenta con sistema activo de recolección de basura -Desperdicio del recurso	⇒Implementar programas de monitoreo de la calidad del agua ⇒Desarrollar controles sobre aguas residuales ⇒Mayor participación de la municipalidad para implementar un sistema permanente de recolección de basura ⇒Protección desde el nivel de cuenca
Tortugas	-Saqueo de huevos -Contaminación lumínica -Compactación de la arena por vehículos en la playa -Disminución del recurso -Contaminación de las aguas -Basura en sitios de anidación -Muchos depredadores incluyendo ser humano	⇒Mayor vigilancia sobre el recurso ⇒Controles en las playas de anidación ⇒Mayor educación
Vida silvestre (venados, monos, aves marinas, tepezcuinte, ardillas, guatusas)	-Captura y cacería*	⇒Educación ambiental ⇒Concientización a la población sobre el atractivo turístico de la vida silvestre
Recurso humano	-Ausencia de empleo -Limitaciones para acceder a la recreación, deporte y educación	⇒Acceso a espacios de educación y recreación
Suelos	-Planes reguladores actuales se han convertido en mecanismo que impide a comunidades acceder a una concesión en	⇒Una participación transparente por parte de las instituciones estatales encargadas de la

	ZMT -Legislación ambiental ambigua y desactualizada -Desalojos y riesgo de desalojo -Monocultivos provocan sedimentación y erosión -Siembra de especies exóticas (e.g. teca, melina)	planificación territorial ⇒Rendición de cuentas de instituciones estatales ⇒Modificación de leyes de acuerdo a realidades actuales (en relación a la Zona Marítima Terrestre) ⇒Que las políticas de desarrollo y ordenamiento se basen también en el conocimiento e información que aporta la comunidad
Playa	-Contaminación por basura -Existencia de muchas playas bonitas pero pocas son conocidas -Vehículos en la playa	⇒Establecer programas de limpieza de playas ⇒Prohibición y control a vehículos que ingresan a las playa ⇒Educación
Manglar	-Ocupación humana en el manglar, en algunos casos por falta de clara delimitación de áreas de manglar -En algunos casos extracción de madera y de moluscos en exceso*	⇒Protección estatal ⇒Promover protección a este ecosistema por parte de las mismas comunidades

*Según los (as) participantes no es un problema tan frecuente pero sucede y genera impacto negativo.

8.5. Discusión

Es de esperar que las tres comunidades consultadas enfrenten problemáticas distintas, ya que las particularidades y escenarios públicos-políticos son diferentes, no obstante se ha comprobado que las zonas costeras presentan problemas muy parecidos en un amplio rango de espacios geográficos y sociales (Westmacott 2002). Al concluir los talleres en el norte de la costa pacífica del país, se registra una percepción generalizada sobre la reducción y sobreexplotación del recurso pesquero como uno de los principales problemas que enfrenta la región, por un lado asociada al uso de artes de pesca no selectivas (palangre, trasmallo y arrastre), y por otro a la falta de control y regulación de las entidades encargadas, principalmente INCOPECA y Guardacostas. Lo anterior coincide con Westmacott (2002) quien identifica la sobrepesca como problema en la mayor parte de las ubicaciones consultadas en distintas costas tropicales del mundo.

Así mismo, se observa que todas las comunidades marino-costeras visitadas coinciden en la percepción de que muchas instituciones estatales no cumplen adecuadamente sus funciones, para el caso de INCOPECA consideran que sus

funciones se orientan al monitoreo de la vigencia de las licencias pesqueras, y no ejerce las labores relacionadas con la regulación de las actividades pesqueras. Por otro lado, atribuyen a Guardacostas el hecho de haber priorizado el tema del narcotráfico por encima del de la pesca. En Montezuma y cercanías, se percibe un alto grado de participación de las municipalidades y el ICT en la zona, pero a su vez recalcan que esa condición no se traduce siempre en beneficios para los recursos de la zona, por lo que la califican como una participación negativa.

En otra línea de acontecimientos, a través del proceso de consulta se revela que en la zona aledaña al Parque Nacional Santa Rosa (PNSR) existen conflictos entre personas funcionarias del SINAC y el sector pesquero local, asociados a la prohibición de extraer recursos dentro del área protegida, pero se logra identificar que el conflicto entre funcionarios (as) del SINAC y locales de la zona aledaña al PNMLB es de menor magnitud que el observado en Cuajiniquil. Esto puede deberse a que la transición de pesca artesanal a turismo ocurrió hace varios años y actualmente el mayor aprovechamiento de los recursos es mediante la pesca deportiva y el turismo recreativo (surf, snorkeling, navegación). Los mayores conflictos entre comunidades locales y funcionarios (as) de las áreas marinas protegidas (Parques Nacionales) se evidenciaron en zonas donde las actividades extractivas (pesca artesanal y comercial) son la principal fuente de ingresos. Se observa una disminución en la cantidad de conflictos en aquellas zonas donde el turismo ha desplazado a las otras actividades económicas.

En relación con los recursos marino-costeros, vale la pena señalar la inclusión del recurso humano, por parte de las comunidades, aspecto que podría dar pie a implementar activamente el concepto de enfoque ecosistémico, al manejo costero de la zona del Pacífico Norte del país. Este enfoque reconoce a los seres humanos como un componente integral de los ecosistemas, así como la interdependencia entre los sistemas naturales y los sistemas sociales (Sherman y Duda 1999, Andrade *et al.* 2011), perspectiva indispensable para la GIZC.

Por otro lado, el turismo (además de la pesca), es una de las actividades más importantes que se desarrollan a lo largo de las zonas costeras tropicales, situación que fue percibida por las comunidades del Pacífico Norte del país. Cabe considerar que el turismo (especialmente el turismo sostenible) puede influir en que se aumente la prioridad para la conservación y protección de la biodiversidad de una zona (Westmacott 2002), aspecto a ser considerado en las zonas del Pacífico Norte, en las que se destacó el turismo como una de las principales actividades económicas.

Asociado al turismo, las comunidades describieron imprescindible la belleza escénica y la identidad cultural-espiritual como formas de aprovechamiento brindada por el recurso playa-olas, servicios ecosistémicos que pueden ser subestimados en muchas ocasiones por las entidades encargadas de velar por la protección de los recursos, debido a la dificultad de encontrarles un valor tangible.

Dichas consideraciones las han venido analizando los (as) profesionales en valoración económica ambiental, al trabajar en la afinación de metodologías que permitan cuantificar el valor que tienen los recursos costeros para la sociedad incluido la disponibilidad de los recursos para las generaciones futuras o el hecho de existir (Moreno 2009).

Por otro lado, es importante reconocer que en las zonas costeras tropicales se ha mostrado un escaso nivel de participación pública en los procesos de GIZC (Westmacott 2002), lo anterior se recalca con el fin de mencionar que en el presente caso a partir de las soluciones planteadas por las comunidades ha sido posible iniciar la construcción de una propuesta comunitaria para la gestión de los recursos marino-costeros de esta zona del Pacífico costarricense, y que lo esperado es integrar estas propuestas en las decisiones de planificación costera.

Cada vez más científicos (as) y gestores (as) utilizan el conocimiento de las comunidades para mejorar la legitimidad de gobernanza de las costas y para comprender mejor la dinámica de las zonas costeras, especialmente en la gestión de la actividad pesquera. Las diferencias en la percepción del sector técnico-científico y de las comunidades ante un problema, radican sencillamente en que ambos actores no se están basados en las mismas fuentes de datos para hacer su apreciación (Daw *et al.* 2011). En la actual experiencia se parte de este hecho y se procedió a indagar la percepción de comunidades costeras del Pacífico Norte del país, como acto seguido será necesario profundizar en las propuestas que encauzarán la mejora de la gestión del espacio y los recursos costeros de la región.

8.6. Recomendaciones por parte de las comunidades

La propuesta de gestión de los recursos marino-costeros de la comunidad de Cuajiniquil insiste en la necesidad de que la comunidad participe activamente y trabaje en conjunto para buscar soluciones viables a las problemáticas que enfrentan, pero son enfáticos en que para lograr esto deben tener un mejor acceso a la información por medio de talleres y otras actividades afines. De igual forma sus pobladores (as) instan en mejorar el conocimiento científico en la región para poder implementar programas de pesca sostenible, pero con un personal capacitado e imparcial. Plantean la posibilidad de abrir el parque para la extracción de especies, con actividad pesquera regulada (permiso para el uso de artes de pesca selectivas y respeto por las tallas mínimas de captura). Solicitan al INCOPESCA que realice adecuadamente su labor, manteniendo una comunicación activa con la comunidad (con realización de capacitaciones incluidas) y que estandarice las licencias, de manera tal que se pueda disponer de una licencia con varias autorizaciones de artes de pesca en lugar de tener que portar con varias licencias.

El planteamiento de Villarreal enfatiza en la necesidad de una fiscalización permanente en los muelles por parte de INCOPECA, a fin de controlar las artes de pesca utilizadas, las tallas, cantidades y tipo de especies extraídas. Sugiere la implementación de multas altas para aquellos (as) usuarios (as) que violen alguna de las regulaciones establecidas, y destaca que estas acciones deberían acompañarse de un sistema de vedas (como el que hay en el Golfo de Nicoya) para permitir la recuperación de las poblaciones. Además, indican que deberían eliminarse por completo la pesca con línea y trasmallo y permitir únicamente la pesca con cuerda/caña (si una especie que no es de interés comercial es capturada con estas artes de pesca puede ser liberada inmediatamente). Se menciona la posibilidad de abrir el área marina protegida para la pesca artesanal, pero con regulaciones que incluyan estaciones del año definidas (tomando en cuenta los periodos de reproducción de las especies), sitios específicos y el uso de artes de pesca selectivas. Sugieren que ante problemas de corrupción por parte de INCOPECA y otras entidades, se implemente una línea de denuncia anónima para motivar el planteamiento de más denuncias y evitar conflictos entre los (as) usuarios (as). Por otro lado, no debe dejarse de lado que a pesar de que se plantearon posibles soluciones que también atañen a otros sectores, sólo se cuenta con la percepción del sector de pesca deportiva. No obstante, se puede inferir también que uno de los sectores más interesados en involucrarse en la administración de los recursos marino-costeros de la zona es el de la pesca deportiva, al considerar que fue el único sector que se hizo presente al taller realizado en esa zona y su necesidad de mantener el recurso del cual depende económicamente.

La propuesta de Montezuma y zonas aledañas, apela en gran medida a un proceso de educación, formación y capacitación política, entendiendo la política como una organización de la ciudadanía para lograr sus objetivos en los asuntos públicos de interés. De igual forma, solicita una mayor participación de las instituciones del Estado encargadas de velar por los recursos de la región, (Municipalidades, Servicio Nacional de Guardacostas, AyA, ICT, MINAET, universidades estatales), poniendo particular énfasis en la necesidad de una mayor vinculación con las universidades estatales. Por otro lado, promueve una mejor coordinación tanto a nivel de instituciones como de organizaciones comunales. Insta al desarrollo de mecanismos que garanticen el cumplimiento de las leyes y la transparencia de los distintos actores involucrados en la toma de decisiones de los recursos de la comunidad, en otras palabras, busca un proceso de rendición de cuentas a las comunidades que tienda hacia la eliminación de la corrupción. La palabra corrupción en particular, fue solicitada por los (as) participantes para ser incluida como tal en esta sección.

En Montezuma, se recomienda un abordaje integral para la solución de problemáticas en el que sea posible adaptarse a las particularidades de cada

región, así mismo un manejo de los recursos marino-costeros (incluyendo el hídrico) desde el nivel de cuencas y mayor voluntad política para la toma de las decisiones que afectan a las personas y los demás recursos naturales. Se incita también a mejorar los controles en las playas para la protección de los sitios de anidamiento de tortugas. Así mismo, insisten en que muchas de las soluciones propuestas, así como los programas de monitoreo y educación requieren de financiamiento para poder llevarse a cabo. Finalmente, en Montezuma al respecto del ordenamiento de la ZMT exhortan a la modificación de leyes o la creación de nuevas leyes, de acuerdo a las realidades actuales, de manera tal que la figura del plan regulador no vaya de la mano de desalojos de pobladores (as) de zonas costeras, que han vivido allí por varias generaciones.

En general los (as) asistentes al proceso de consulta solicitan a las autoridades correspondientes que en el corto plazo se le dé seguimiento a los temas desarrollados durante el taller, ya que de lo contrario temen que las situaciones expuestas por sus comunidades queden en el olvido. Así mismo piden que todos los resultados obtenidos tras la elaboración del taller, así como el análisis les sean compartidos a las personas participantes y sean objeto de una retroalimentación por parte de las comunidades involucradas. Los (as) participantes consideran que las políticas de desarrollo, planificación y ordenamiento territorial para las zonas costeras deben contar con el conocimiento e información aportada por este taller y por otros que sean realizados eventualmente en la zona, es decir por el criterio de la comunidad. Finalmente, las comunidades sugieren la realización de talleres o actividades afines, ya que como comunidades requieren de más espacios para opinar y construir soluciones a los problemas que los aquejan.

8.7. Recomendaciones del componente Gestión Costera

A partir de los resultados obtenidos durante los talleres de consultación con las comunidades de zonas marino-costeras se elaboró una serie de recomendaciones, las cuales se exponen a continuación:

1. Validar con las comunidades los resultados obtenidos durante los talleres, mediante la ejecución de talleres de validación. Esto permitirá corroborar si la información fue interpretada correctamente, además se podrá determinar si ha ocurrido algún cambio en la percepción de los (as) locales con respecto al uso actual de los recursos marino-costeros, sus problemáticas y las soluciones elaboradas en los primeros talleres. De igual manera servirá para que las comunidades se sientan parte de un proceso y que no tengan la sensación de abandono luego de que brindaron toda la información.
2. Valorar como zona potencial para la creación o ampliación de AMP, sectores alrededor del Corredor Biológico Peninsular, en vista de que son sitios que se

identificaron con importantes recursos marino-costeros. Esta acción podría favorecer la actividad turística que ya se desarrolla en la región y podría contribuir a interconectar vida silvestre de la RNACB con otras áreas al sur de la Península de Nicoya. Cabe destacar que las categorías de manejo implementadas habrían de ser compatibles con la pesca artesanal y deportiva, actividades económicas de importancia en la zona. Se sugiere pensar en categorías como las Reservas Marinas y las Áreas Marinas de Manejo.

3. Al lado de la creación o ampliación de Áreas Marinas Protegidas (AMP) en el país, es necesario trabajar en una reforma integral a la Ley de la Zona Marítimo Terrestre del año 1977, así como en el desarrollo de un proceso de ordenamiento territorial costero.
4. Utilizar el conocimiento de las poblaciones costeras del Pacífico Norte, para mejorar la legitimidad de gobernanza de la costa, partiendo de que la percepción que tiene las comunidades y el sector científico-técnico sobre una temática, puede diferir, pero también de la importancia de fuentes de información múltiples para comprender la dinámica de las zonas costeras.
5. Se plantea la necesidad de una revisión integral de las competencias y funciones de INCOPECA y del Servicio Nacional de Guardacostas (SNG).
6. Prestar atención a los procesos que están degradando los ecosistemas costeros como el desarrollo costero no planificado, la descarga de nutrimentos, contaminantes y sedimentos desde los ríos.
7. Incluir otras comunidades o algún sector poco representado en estos talleres. Sectores como Punta Coyote (incluidos dentro de la propuesta), no fueron visitados y muestran un potencial para el desarrollo de planes de GIZC y de protección-conservación, especialmente al considerar recientes hallazgos sobre los espacios que alberga para la alimentación y residencia de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), especie en peligro crítico de extinción (Fonseca 2011).

REFERENCIAS

- Alfaro, E.J. 2002. Some characteristics of the annual precipitation cycle in Central America and their relationships with its surrounding tropical oceans. *Top. Meteor. Oceanogr.* 9: 88-103.
- Alfaro, E. & J. Cortés. 2012. Atmospheric forcing of cool subsurface water events in Bahía Culebra, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Suppl 2): 173-186.
- Alfaro, E., J. Cortés, J. Alvarado, C. Jiménez, C. Sánchez, J. Nivia, A. León & E. Ruiz. 2012. Clima y variabilidad climática de la temperatura subsuperficial del mar en Bahía Culebra, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Suppl 2): 159-171.
- Alfaro, E.J., J. Cortés, J.J. Alvarado, C. Jiménez, A. León, C. Sánchez-Noguera, J. Nivia-Ruiz & E. Ruiz-Campos. 2012. Clima y variabilidad climática de la temperatura subsuperficial del mar en Bahía Culebra, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Supl. 2): 159-171.
- Alvarado, L. 2001. Resumen sinóptico de enero. *Boletín Meteorológico Mensual*. Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio de Ambiente y Energía. Enero: 5-8.
- Álvarez, J. & E. Ross-Salazar E. 2009. La pesca de arrastre de Costa Rica. Fundación MARVIVA. 55 p.
- Amador, J.A. 2008. The Intra-Americas Sea Low-Level Jet: overview and future research, trends and directions in climate research. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1146: 153-188.
- Amador, J., E. Alfaro, O. Lizano & V. Magaña. 2006. Atmospheric forcing in the Eastern Tropical Pacific: A review. *Progr. Oceanogr.* 69: 101-142.
- Andrade A., S. Arguedas & R. Vides. 2011. Guía para la aplicación y monitoreo del Enfoque Ecosistémico, CEM-UICN, CI-Colombia, ELAP-UCI, FCBC, UNESCO-Programa MAB. 42 p.
- Anónimo. 1947. Atlas of surface currents for the northeastern Pacific Ocean. U.S. Hydrographic Office. H.O. 570. Washington, D.C., E.U.A.
- Arauz, R., A. López & I. Zanella. 2007. Informe Final: Análisis de la descarga anual de tiburones y rayas en la pesquería pelágica y costera del Pacífico de Costa Rica (Playas del Coco, Tárcoles y Golfito). Presentado a Conservación Internacional Centroamérica. San José, Costa Rica. 60 p.
- Ash, J. Informe Anual. 2010. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. 29 p.
- Badan-Dangon, A. 1998. Coastal circulation from the Galapagos to the Gulf of California *The Sea*. Vol. 11. John Wiley and Sons, pp. 315-343.
- Baez, A.L. 1985. Evaluación de algunos aspectos de la biología del molusco *Polymesoda inflata* (Philippi, 1851) (Bivalvia: Corbiculidae), manglar de

- Pochote, Puntarenas-Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.
- Baker, J. B. & P. J. Scheuer. 1994. The punaglandins: 10-Chloroprostanoids from the octocoral *Telesto riisei*. J. Nat. Prod. 57: 1346-1353.
- Bandaranayake, W.M. 1998. Traditional and medicinal uses of mangroves. Mangr. Salt Marsh. 2: 133-148.
- Bandurraga, M., M. Fenical, S.F. Donovan. & Clardy J. 1982. Pseudopterolide, an irregular diterpenoid with unusual cytotoxic properties from the Caribbean sea whip *Pseudopterogorgia acerosa* (Pallas) (Gorgonacea). J. Am. Chem. Soc. 104: 6463-6465.
- Barragán, J.M. 2001. The coasts of Latin America at the end of the century. J. Coast. Res. 17: 885-899.
- Barragán, J.M. 2003. La gestión costera en Latinoamérica: entre las experiencias nacionales y la necesidad de cooperación regional. Conferencia Invitada. X. Congreso Latinoamericano de Ciencias Marinas, San José, Costa Rica.
- Bayer, F. M. 1961. The shallow water Octocorallia of the West Indian Region. A manual for marine biologists. Martinus Nijhoff, The Hague, 400 p.
- Bayer, F. M. & I.G. Macintyre. 2001. The mineral component of the axis and holdfast of some gorgonaceans octocorales (Coelenterata: Anthozoa), with special reference to the family Gorgoniidae. Proc. Biol. Soc. Washington 114: 309-345.
- Beltrán T., C. S. 2001. Promoción de la ordenación de la pesca costera: aspectos socioeconómicos y técnicos de la pesca artesanal en El Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia. FAO Circular de Pesca No. 957/2 FIPP/C957/2, Roma, Italia.
- Birkeland, C. 1997. Life and Death of Coral Reefs. Chapman y Hall, Nueva York. 536 p.
- Blanco, G. & G. Santidrián. 2011. La tortuga marina negra de Guanacaste amenazada de extinción por prácticas humanas. Ambientales 41: 19-26.
- Blanco, G., S. Morreale, E.Vélez, R.Piedra, W. Montes, F. Paladino & J. Spotila. 2011. Reproductive Output and Ultrasonography of an Endangered Population of East Pacific Green Turtles. J. Wildlife Manag. 9999:1-6.
- Bohnsack, J.A. & S.P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA Technical Report NMFS 41: 1-15.
- Bolaños, G. 2008. Análisi preliminar para la implementación del Manejo Sostenible de *Cheloniamydasagassizii* en el Resort FourSeasons, en Península de Papagayo. Tesis de bachillerato. Universidad Latina de Costa Rica. 32 p.
- Bolten, A.B. 2003. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. In: P.L. Lutz, J.A. Musick & J. Wyneken (Eds.),

- The Biology of Sea Turtles. Vol. II, pp. 243-257. CRC Marine Biology Series, CRC Press, Inc.: Boca Raton, London, New York, Washington D.C.
- Bonoff, M.B & D.H. Janzen. 1980. Small terrestrial rodents in eleven habitats in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Brenesia* 17: 163-174
- Breedy, O. 2001. A new species of *Pacifigorgia* from the eastern Pacific (Coelenterata: Octocorallia: Holaxonia). *Bull. Biol. Soc. Wash.* 10: 181-187.
- Breedy, O. & J. Cortés. 2011. Morphology and taxonomy of a new species of *Leptogorgia* (Cnidaria: Octocorallia: Gorgoniidae) in Cocos Island National Park, Pacific Costa Rica. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 124(2):62-69.
- Breedy, O. & H.M. Guzman. 2002. A Revision of the genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 115: 782-839.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2003a. The genus *Pacifigorgia* (Octocorallia: Gorgonacea) in Costa Rica (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa*, 281: 1-60.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2003b. A new species of *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from Panama. *Zootaxa* 128: 1-10.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2004. New species of the gorgonian genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from the Pacific of Panamá. *Zootaxa* 541: 1-15.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2005a. A new species of alcyonacean octocoral from the Galapagos Archipelago. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 85: 801-807.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2005b. A new species of *Leptogorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from the shallow waters of the Eastern Pacific. *Zootaxa* 899: 1-11.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2007. A revision of the genus *Leptogorgia* Milne Edwards y Haime, 1857 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) in the Eastern Pacific. *Zootaxa* 1419: 1-90.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2008. *Leptogorgia ignita*, a new shallow-water coral species (Octocorallia: Gorgoniidae) from the tropical Eastern Pacific. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 88 (5): 893-899.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2011. A revision of the genus *Heterogorgia* Verrill, 1868 (Coelenterata: Octocorallia: Plexauridae). *Zootaxa* 2995: 27-44.
- Breedy, O. & H. M. Guzman. 2012. A new species of *Leptogorgia* (Cnidaria: Anthozoa: Octocorallia) from Golfo Dulce, Pacific Ocean, Costa Rica. *Zootaxa* 3182: 65-68.
- Breedy, O, H. M. Guzman & S. Vargas. 2009. A revision of the genus *Eugorgia* Verrill, 1868 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa*, 2151: 1-46.
- Brenes, C.L., J.E. Coen, D.B. Chelton, D.B. Enfield, S. Leon y D. Ballesterro. 2003. Wind driven upwelling in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Int. J. Remote Sensing* 24(5):1127-1133.

- Bunce, L., P. Townsley, R. Pomeroy & R. Pollnac. 2000. Socioeconomic Manual for coral reef management. Global Coral Reef Monitoring Network, Australian Inst. Marine Science, Townsville, Australia. 251 p.
- Bussing W.A & M. López. 2009. 453-458. En: Wehrtmann & Cortés (eds).. Marine Diversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86. Springer Business Media B.V., Berlin.
- Bussing, W. & M. López. 1994. Peces demersales y pelágicos del Pacífico de Centroamérica Meridional. Guía Ilustrada. Rev. Biol. Trop. (Publicación especial): 1-164.
- Bussing, W. & M. López. 2005. Peces de la Isla del Coco y peces arrecifales de la costa Pacífica de América Central Meridional. Rev. Biol. Trop. 53(2): 1-192
- Cabrera J. & S. Sánchez. 2009. Marco Legal y Estructura Institucional del Desarrollo Turístico e Inmobiliario en la Costa Pacífica de Costa Rica. Informe Final. Center for Responsible Travel. San José. Costa Rica. 153 p.
- Cabrera J., F. Vives & Y. Solano. 1994. Tamaños y proporción sexual de *Ucides occidentalis* (Crustacea: Gecarcinidae) en un manglar de Costa Rica. UNICIENCIA 11: 97-99.
- Cajiao, M.V. 2012. Aspectos legales del Polo Turístico Golfo de Papagayo, Guanacaste: régimen especial. Rev. Biol. Trop. 60 (Supl. 2): 225-230.
- Calambokidis, J., E. A. Falcone, T. J. Quinn, A. M. Burdin, P. J. Clapham, J.K.B. Ford, C.M. Gabriele, R. LeDuc, D. Mattila, L. Rojas-Bracho, J.M. Straley, B.L. Taylor, J. Urbán, D. Weller, B.H. Witteveen, M. Yamaguchi, A. Bendlin, D. Camacho, K. Flynn, A. Havron, J. Huggins, N. Maloney, J. Barlow & P.R. Wade. 2008. SPLASH: Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of Humpback Whales in the North Pacific. Final report for Contract AB133F-03-RP-00078 from U.S. Dept of Commerce.
- Camacho-García, Y., T. Gosliner & A. Valdés. 2005. Fieldguide to the Sea slugs of the Tropical Eastern Pacific. California Academy of Sciences, California. Allen Press Inc. 129 p.
- Carruthers, T.J.B., Short, F.T., van Tussenbroek, B. & J. Zieman. 2010. *Halophila baillonii*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011.2. www.iucnredlist.org. Accesado el 31 de marzo del 2012.
- Castaing, A. 1979. Estudio de poblaciones del molusco *Geloina inflata* (Philippi) (Pelecypoda, Corbiculidae), en dos manglares del Pacífico de Costa Rica y su relación con el simbionte *Pinnotheres* sp. (Crustacea, Pinnotheridae). Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 52 p.
- Castaing A., J.M. Jiménez & C.R. Villalobos. 1980. Observaciones sobre la ecología de manglares de la costa Pacífica de Costa Rica y su relación con la distribución del molusco *Geloina inflata* (Philippi) (Pelecypoda: Corbiculidae). Rev. Biol. Trop. 28: 323-339.

- Chacón-Chaverri, D. 2008. Hawks bill nesting in Costa Rica. In: The State of the World's Sea Turtles Report, vol. 3.
- Cheung, W.W.L., T.J. Pitcher & D. Pauly. 2005. A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. *Biol. Conserv.* 124:97-111.
- Cintrón, G. & Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO, Montevideo, Uruguay. 109 p.
- Collette, B.B. 1995. Scombridae. Atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva, etc. In: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, V.H. Niem (ed.), *Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca*, pp. 1521-1543. FAO, Rome.
- Comisión Interinstitucional de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica. 2008. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros de Costa Rica. 1 Ed. San José, C.R. 71 p.
- Córdoba-Muñoz, R., J.C. Romero-Araya & N.J. Windevoxhel-Lora. 1998. Inventario de los humedales de Costa Rica. UICN, MINAE, SINAC, Embajada Real de los Países Bajos, San José.
- Cortés, J. 1997. Biology and geology of coral reefs of the eastern Pacific. *Coral Reefs* 16 (Suppl.): S39-S46.
- Cortés, J. 2001. Requiem for an eastern Pacific seagrass bed. *Rev. Biol. Trop.* 49 (Supl. 2): 273-278.
- Cortés, J. & C.E. Jiménez. 2003. Corals and coral reefs of the Pacific of Costa Rica: history, research and status: p. 361-385. In: J. Cortés (ed.), *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Cortés, J. & E. Salas. 2009. Seagrasses. In: I.S. Wehrtmann & J. Cortés (eds). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer Business Media B.V., Berlín.
- Cortés, J., C.E. Jiménez, C. Sánchez & S. Martínez. 2011. Evaluación científica y programa de monitoreo de ambientes coralinos en el Pacífico de Costa Rica (Proyecto No. 808-A9-521). Informe para Conservación Internacional, San José, Costa Rica. 64 p.
- Cottam, G. & J. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecol.* 37: 451-460.
- Daw, T.M., J. Robinson & N.A.J. Graham. 2011. Perceptions of trends in Seychelles artisanal trap fisheries: comparing catch monitoring, underwater visual census and fishers' knowledge. *Environmental Conservation* 38:75-88.
- De Oliveira, E.C., J.R. Pirani & A.M. Giulietti. 1983. The Brazilian seagrasses. *Aquat. Bot.* 16: 251-267.
- Dean, H.K. 2001. Marine biodiversity of Costa Rica: the phyla Sipuncula and Echiura. *Rev. Biol. Trop.* 49 (Suppl 2): 85-90.

- Dean, H.K. 2004. Marine biodiversity of Costa Rica: Class Polychaeta (Annelida). *Rev. Biol. Trop.* 52(Suppl. 2):131-181.
- Dean, H.K. 2009. Records of the polychaetes and echiurans of Central America. *In*: Wehrtmann, I. S. & Cortes, J. (eds.), *Marine Biodiversity of Costa Rica*. Springer Science Business Media B.V., Berlin, pp 181-192.
- Den Hartog, C. 1970. *The Sea-Grasses of the World*. North-Holland Publishing Comp., Amsterdam-Londres.
- DeVillèle, X. & M. Verlaque. 1995. Changes and degradation in a *Posidonia oceanica* bed invaded by the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia* in the North Western Mediterranean. *Bot. Mar.* 38: 79-87.
- Dexter, D. M. 1974. Sandy beach fauna of the Pacific and Atlantic coast of Costa Rica and Colombia. *Rev. Biol Trop.* 22: 51-66.
- Dominici-Arosemena, A., E. Brugnoli-Olivera, J. Cortés, H. Molina-Ureña & M. Quesada-Alpízar. 2005. Community structure of eastern Pacific reef fishes (Gulf of Papagayo, Costa Rica). *Tecnociencia* 7(2): 19-41.
- Ehrhardt N.M. & M. D. Fitchett. 2006. On the seasonal dynamic characteristics of the sailfish, *Istiophorus platypterus*, in the eastern Pacific of Central America. *Bull. Mar. Sci.* 79(3): 589-606.
- Espinoza, M & V. Nielsen. 2006. Capítulo VII, Especies Comerciales I: Peces: 87-104. *In*: V. Nielsen-Muñoz & M.A. Quesada-Alpízar (eds.). *Ambientes Marino Costeros de Costa Rica*. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.
- Espinoza, M. & E. Salas. 2005. Estructura de las comunidades de peces de arrecifes en las Islas Catalinas y Playa Ocotal, Pacífico Norte de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 53: 523-536.
- Estado de la Nación. 2005. Onceavo informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Proyecto Estado de la Nación. San José, Costa Rica. (disponible en línea: <http://www.estadonacion.or.cr/Info2005/Paginas/carpetas.html>)
- Fabricius, K. y Alderslade, P. 2001. Soft corals and sea fans. A comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the central-west Pacific, the Indian Ocean and the Red sea. Australian Institute of Marine Science. Townsville, Queensland, Australia, 264 p.
- Fallas, J.C & R. Oviedo. 2003. Temporales. Cap. III. Fenómenos atmosféricos y cambio climático, visión centroamericana. Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica. 38 p.
- FAO. 1994. World review of highly migratory species and straddling stocks. FAO Fisheries Technical Paper. Rome.
- FAO. 2007. The World's Mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper. FAO, Roma, Italia. 78 p.

- Fernández, C. & J. Cortés. 2005. Reef Site: *Caulerpa sertularioides*, a green alga spreading aggressively over coral reef communities in Culebra Bay, North Pacific of Costa Rica. *Coral Reefs* 24: 10.
- Fernández-García, C., J. Cortés, J.J. Alvarado & J. Nivia-Ruiz. 2012. Physical factors contributing to the benthic dominance of the alga *Caulerpa sertularioides* (Caulerpaceae, Chlorophyta) in the upwelling Bahía Culebra, north Pacific of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Supl. 2): 93-107.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E. & Niem, V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados. FAO, Roma.
- Fonseca, A.C. 2011. Gestión marino costera. Ponencia preparada para el Decimoséptimo Informe Estado de la Nación. San José, Programa Estado de la Nación.**
- Fonseca, A.C. 2006 CAPITULO XIV: Golfo de Papagayo: p 185-194. *In*: V. N. Muñoz & M. A. Quesada (eds.). *Ambientes Marino Costeros de Costa Rica*.
- Fonseca, L, W. Villachica, R.E Matarrita & R. A. Valverde. 2011a. Reporte final de la anidación de tortuga verde (*Cheloniemydas*), Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa Costa Rica (Temporada 2010 – 2011), 29 p.
- Fonseca, L. W. Villachica, R.E. Matarrita, & R. A. Valverde. 2011b. Reporte final de la anidación de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica (Temporada 2010 - 2011), 26 p.
- Francia, G. 2011. Proyecto de conservación de tortugas marinas de Junquillal (WWF-Asociación Vida Verdiazul).
- Franco-Mata, E. 1999. Turismo en manglares de Costa Rica: una alternativa para mejorar: 159-169. *In*: T. Ammour, A. Imbach, D. Suman & N. Windevoxhel (eds.). *Manejo productivo de manglares en América Central*. Ser. Téc. No 7. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Fritz, U. & P. Havas. 2007. Checklist of Chelonians of the world. *Vertebrate Zoology* (2):149- 368.
- Gaos, A. 2008. Memorias del Primer Taller Sobre la Tortuga Carey en el Pacífico Oriental. 15-17 de Julio, 2008. Los Cóbano, El Salvador.
- García-Parrado, P. & P. M. Alcolado. 1996. Catálogo de los octocorales (Cnidaria) de Cuba, con comentarios sobre su taxonomía. *Avicennia* 4(5): 41-45.
- Garth, J.S . 1958. Brachyura of the Pacific coast of America. *Oxyrhyncha*. Allan Hancock Pac. Exped. 854 p.
- Gerhardt, D. J. 1990. Fouling and gastropod predation: consequences of grazing from the octocoral. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 103-108.
- Glynn, P.W. 1988. El Niño-Southern Oscillation 1982-1983: nearshore population, community, and ecosystem responses. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 309-345.
- González, C. 1999. Climatología de frentes fríos que han afectado Cuba desde 1916-1917 hasta 1996-1997. *Rev. Cub. Met.* 66(1): 15-19.

- Grasshoff, M. 2001. Coral reef gorgonians of New Caledonia. L'Institut de Recherche pour le Développement, Paris. Collection de Faune et Flore tropicales 38: 335.
- Green, E.P. & F.T. Short. 2003. World Atlas of Seagrasses. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Univ. California Press, Berkley, California.
- Guiry, M.D. & G.M. Guiry. 2012. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. www.algaebase.org. Accesado el 31 de marzo del 2012.
- Gutiérrez-Vargas, R. 1990. Tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento, rendimiento y biomasa relativos por recluta de *Lutjanus peru* (Persiformes: Lutjanidae) en el Pacífico Noroeste de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 38: 441-447
- Guzman, H. M. & O. Breedy. 2008. *Leptogorgia christiae* (Octocorallia: Gorgoniidae) a new shallow gorgonian from Pacific Panama. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 88 (4): 719-722.
- Guzman, H. M. & O. Breedy. 2011. *Pacifigorgia marviva* (Anthozoa: Octocorallia) a new species from Coiba National Park, Pacific Panama. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 92: 693-698.
- Haig, J. 1960. The Porcellanidae (Crustacea: Anomura) of the eastern Pacific. Allan Hancock Pac Exped 24:1-440
- Hendrickx, M.E. 1999. Los cangrejos braquiuros del Pacífico mexicano (Crustacea: Brachyura: Majoidea y Parthenopoidea). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Inst. Cienc. Mar Limnol., UNAM, México, 274 p.
- Holguin, G. & Y. Bashan. 2007. La importancia de los manglares y su microbiología para el sostenimiento de las pesquerías costeras, p. 239-253. In: R. Ferrera-Cerrato & A. Alarcón (eds.). Microbiología agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, planta-microorganismo. Editorial Trillas, México DF.
- Holland, S.M., R.B. Ditton & A.R. Graefe. 1998. An ecotourism perspective on billfish fisheries. Journal of Sustainable Tourism 6(2):1- 20.
- Hughes, D. & J. Richard. 1974. The nesting of the Pacific Ridley turtle *Lepidochelys olivacea* on Playa Nancite, Costa Rica. Mar. Biol. 24: 97-107.
- Ibarra-Gene, E. 2006. El valor de uso del paisaje submarino en el Golfo de Papagayo: comparación de la industria de buceo deportivo con la industria de extracción de peces de acuario. Licenciatura Economía, Univ. Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 155 p.
- Instituto Meteorológico Nacional. 2008. Atlas climatológico de Costa Rica 2008. Disponible en: http://www.imn.ac.cr/mapa_clima/ el 21 de agosto del 2012.

- Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. 2010. Un análisis de la contribución económica de la pesca deportiva y comercial a la economía de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 166 p.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2010a. *Ruppia maritima*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2012.1. www.iucnredlist.org. Accesado el 3 de agosto del 2012.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2010b. *Halophila baillonii*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2012.1. www.iucnredlist.org. Accesado el 3 de agosto del 2012.
- ITT Corporation. 2012. ENVI Software for image processing. NY, United States.
- Jiménez, C. 2001. Seawater temperature measured at the surface and at two depths (7 and 12 m) in one coral reef at Culebra Bay, Gulf of Papagayo, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49. (Supl. 2): 153-161.
- Jiménez, C. 2001a. Arrecifes y ambientes coralinos de Bahía Culebra, Pacífico de Costa Rica: aspectos biológicos, económico-recreativos y de manejo. Rev. Biol. Trop. 49 (Supl. 2): 215-231.
- Jiménez, C. 2001b. Bleaching and mortality of reef organisms during a warming event in 1995 at the Caribbean coast of Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49 (Supl. 2): 233-238.
- Jiménez, C. 2007. Evaluación Ecológica Rápida del arrecife coralino de Playa Matapalo (Golfo de Papagayo), uno de los arrecifes más extensos en la costa del Pacífico de Costa Rica. Informe para Conservación Internacional, San José, Costa Rica. 42 p.
- Jiménez, C. 2008. Evaluación rápida del blanqueamiento y mortalidad de corales ocurrida en el Golfo de Papagayo (Septiembre-Diciembre 2007). Informe para la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 36 p.
- Jiménez, C. & J. Cortés. 2003. Coral cover change associated to El Niño, Eastern Pacific, Costa Rica, 1992-2001. PSZN: Mar. Ecol. 24: 179-192.
- Jiménez, C. & J. Cortés. 2008. Evaluación para la expansión y creación de nuevas Áreas Marinas Protegidas en el Pacífico de Costa Rica: Informe final a Conservación Internacional, San José, Costa Rica. 28 p.
- Jiménez, C. & J. Cortés. 2003. Growth of seven species of scleractinian corals in an upwelling environment of the eastern Pacific (Golfo de Papagayo, Costa Rica). Bull. Mar. Sci. 72:187-198.
- Jiménez, C., G. Bassey, A. Segura & J. Cortés. 2010. Characterization of the coral communities and reefs of two previously undescribed locations in the upwelling region of Golfo de Papagayo (Costa Rica). Rev. Cien. Mar. Cost. 2: 95-108.

- Jiménez, C., J. Cortés, A. León & E. Ruíz. 2001. Coral bleaching and mortality associated with the 1997-98 El Niño in an upwelling environment in the eastern Pacific (Gulf of Papagayo, Costa Rica). *Bull. Mar. Sci.* 69: 151-169.
- Jiménez, C., J. Cortés & C. Sánchez-Noguera. 2011. Conectividad de los ambientes coralinos en el Pacífico Norte de Costa Rica. *Conservación Internacional*. En prensa.
- Jiménez, J.A. 1981. The Mangroves of Costa Rica: Physiognomic Characterization. Tesis de Maestría, Universidad de Miami, Miami, Florida, E.U.A.. 130 p.
- Jiménez, J.A. 1984. A hypothesis to explain the reduced distribution of the mangrove *Pelliciera rhizophorae* Tr. y Pl. *Biotropica* 16: 304-308.
- Jiménez, J.A. 1994. Los manglares del Pacífico Centroamericano. EFUNA, Heredia, Costa Rica. 352 p.
- Jiménez, J.A. & R. Soto. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33: 25-37.
- Jordán-Dahlgren, E. 2002. Gorgonian distribution patterns in coral reef environments of the Gulf of Mexico: evidence of sporadic ecological connectivity? *Coral Reefs*. 21:205-215.
- Jörger, K.M., R. Meyer & I.S. Wehrtmann. 2008. Species composition and vertical distribution of chitons (Mollusca: Polyplacophora) in a rocky intertidal zone of the Pacific coast of Costa Rica. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 88(4), 807-816.
- Karlson, R.H. 1999. Dynamics of Coral Communities. Kluwer Acad. Publ., Netherlands. 250 p.
- Kathiresan, K. & B.L. Bingham. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 40: 81-251.
- Keen, A.M. 1971. Sea Shells of Tropical West-America: Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford Univ., California, EEUU.
- Kessler, W.S. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progr. Oceanogr.* 69: 181-217.
- Kim, W. & L.G. Abele. 1988. The snapping shrimp genus *Alpheus* from the Eastern Pacific (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Smithson. Contr. Zool.* 454:1-119
- Kinzie, R. A. 1974. *Plexaura homomalla*: the biology and ecology of a harvestable marine resource. *Studies Trop. Oceanog.* 12: 22-38.
- Kitchell J. F., S. J. D. Martell, C. J. Walters, O. P. Jensen, I. C. Kaplan, J. Watters, T.E. Essington, & C. H. Boggs. 2006. Billfishes in an Ecosystem Context. *Bull. Mar. Sci.* 79(3): 669-682
- Kocurko, J. 1987. Shallow-water Octocorallia and related submarine lithification, San Andres Island, Colombia. *Texas J. Sci.* 39: 349-365.
- Kopf R. K., P. S. Davie & J. C. Holdsworth. 2005. Size trends and population characteristics of striped marlin, *Tetrapturus audax* caught in the New

- Zealand recreational fishery. New Zealand J. Mar. and Freshwater Res. 39: 1145-1156.
- Krupp, L.S., J. Cortés & M. Wolff. 2009. Growth dynamics and state of the seagrass *Thalassia testudinum* in the Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge, Caribbean Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 57 (Supl. 1): 187-201.
- Laguna, J. 1985. Systematics, Ecology and Distribution of Barnacles (Cirripedia; Thoracica) of Panama, Including an Analysis of Provincialism in the Tropical Eastern Pacific. Tesis de Maestría, Universidad de California, San Diego, California, EEUU.
- Lanyon, A. 2011. Influencia de la temperatura y profundidad del mar en la distribución y abundancia del tiburón punta blanca *Triaenodon obesus* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica. Tesis de Maestría. 22 p.
- Larkum, A.W.D., R.J. Orth & C.M. Duarte. 2006. Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer, Dordrecht, Holanda.
- Lasker, H. 1985. Prey preferences and browsing pressure of the butterflyfish *Chaetodon capistratus* on Caribbean gorgonians. Mar. Ecol. Prog. Ser. 21: 213-220.
- Lavín, M.F., E. Beier, J. Gómez-Valdés, V.M. Godínez & J. García. 2006. On the summer poleward coastal current off SW México. Geophys. Res. Letters., 33, L02601, doi:10.1029/2005GL024686.
- Legeckis, R.1988. Upwelling off the Gulfs of Panama and Papagayo in the Tropical Pacific during March 1985. J. Geophysical Res. 93: 15485-15489.
- León, J. A., J. R. Bastida, L. F. Carrera, M. E. García, A. Peña, S. I. Salazar & S. Solís. 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Liotta J & J. Peteán. 2010. Conservación de peces de agua dulce de la Cuenca del Plata: Antecedentes y propuestas metodológicas para evaluar el estado de conservación de la ictiofauna de la Cuenca del Plata. 59 p.
- Lizano O.G. 2012. Batimetría de la Costa Pacífica de Costa Rica. Escala: 1: 250 000. Coordenadas Geográficas, Datum WGS84.
- Lizano, O.G. 2007. Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. Ciencia y Tecnología. 25 (1-2): 43-56.
- Lizano, O.G. & E. Alfaro. 2004. Estructura de las corrientes marinas en el Golfo de Nicoya. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl 2): 74-94.
- López, M. & C. Arias. 1987. Distribución del ictioplancton en el estuario de Pochote, Bahía Ballena. Rev. Biol. Trop. 35: 121-126.
- Madrigal-Castro, E., J. Cabrera-Peña, J. Monge-Esquivel & F. Pérez-Acuña. 1984. Comparación entre dos poblaciones de *Acanthina brevidentata* (Gastropoda: Mollusca) en dos zonas rocosas de Playa Panamá, Guanacaste, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 32: 11-15.

- Magaña, V. & J. Vazquéz. 2000. Interannual variability of northern activity over the Americas. 24th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology. 29 May - 2 June. Fort Lauderdale, FL, USA. 116-117.
- Magaña, V., J.A. Amador & S. Medina. 1999. The midsummer drought over Mexico and Central America. *J. Climate* 12: 1577-1588.
- Martínez-Fernández, D & F. Garita. 2006. Presencia de orcas (*Orcinus orca*) en Costa Rica: Posible ocurrencia estacional en aguas del Pacífico Tropical. Primera Reunión Internacional sobre el estudio de Mamíferos Marinos SOMAMMA SOMEMMA-SOLAMAC, 5 al 9 de Noviembre 2006 Mérida, Yucatán. México.
- Martínez-Fernández, D., A. Montero-Cordero & L. J. May-Collado. 2010. Cetáceos de las aguas costeras del Pacífico norte y sur de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 59(1): 283-290.
- Marviva. 2010. Guía de Buenas Prácticas para la pesca deportiva y turística. 24 p.
- Mast, R.B., B.J. Hutchinson, E. Howgate, N.J. Pilcher. 2005 MTSG update: IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group hosts the second Burning Issues Assessment Workshop. *Marine Turtle Newsletter* 110: 13-15.
- May-Collado, L. J. 2009. Marine Mammals. p. 479-495. *In*: I. Wehrmann & J. Cortes (eds). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer, The Netherlands.
- May-Collado, L.J. & A. Morales Ramírez. 2005. Presencia y patrones de comportamiento del delfín manchado costero, *Stenella attenuatagracffmani* (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 53: 265-276.
- May-Collado, L.J., T. Gerrodette, J. Calambokidis, K. Rassmusen & I. Sereg. 2005. Distribution of cetaceans sightings in the EEZ of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 53: 249-263.
- McCauley, DJ, F.J. Joyce & J.H. Lowenstein. 2008. Effects of the aquarium fish industry in Costa Rica on populations of the Cortez rainbow wrasse *Thalassoma lucasanum*. *Ciencias Marinas* 34: 445-451
- McCreary, J., H. Lee & D. Enfield. 1989. The response of the coastal ocean to strong offshore winds: With application to circulations in the Gulfs of Tehuantepec and Papagayo. *J. Mar. Res.* 47: 81-109.
- Mcleod, E., G.L. Chmura, S. Bouillon, R. Salm, M. Björk, C.M Duarte, C.E. Lovelock, W.H. Schlesinger & B.R. Silliman. 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Front. Ecol. Environ.* 9: 552-560.
- Méndez, G. 2005. Estrategia marina del Área de Conservación Guanacaste. *Ambientales No.30*: 52-57

- Miller, A. C. 1983. A comparison of the species richness and roles of gastropods and chitons on rocky shores of temperate and tropical West America. *Veliger* 26: 62-68.
- Miller, A.C. 1976. A comparison of gastropod species diversity and trophic structure in the rocky intertidal zone of temperate and tropical West America. Ph.D. Thesis, Univ. Oregon. 143 p.
- Miller, J. D. 1997. Reproduction in sea turtles, p. 51-80. *In*: P.L. Lutz & D.J.A. Musick. (eds). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Ministerio de Ambiente y Energía. s/f. Refugio Nacional de Vida Silvestre Tamarindo. Mimeografiado.
- Montero-Cordero, A. & J. Lobo. 2010. Effect of tourist vessels on the behaviour of the pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata* in Drake Bay and Cano Island, Costa Rica. *Journal of Cetacean Research and Management* 11(3):285-291
- Morales-Ramírez, A., M. Silva-Benavides & C. González-Gairaud. 2010. La gestión integrada de la zona costera en Costa Rica: experiencias y perspectivas, p. 41-70. *In*: J.M Barragán-Muñoz (ed). *Manejo costero integrado y política pública en Iberoamérica. Un diagnóstico. Necesidad de cambio*. Red IBERMAR (CYTED) Cádiz, España.
- Morales-Ramírez, A., R. Víques, K. Rodríguez & M. Vargas. 2001. Marea roja producida por *Lingulodinium polyedrum* (Peridiniales, Dinophyceae) en Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49:19-23.
- Moreno, M. 2009. Propuesta metodológica para valorar el impacto de las actividades económicas en áreas costeras. *Rev. Iberoamer. Econ. Ecol.* 11: 29-38.
- Morreale, S., P. Plotkin, D. Shaver & H. Kalb. 2007. Adult Migration and Habitat Utilization of Ridley Turtles in Their Element. *In*: P.T. Plotkin (ed.). *Biology and Conservation of Ridesleys Sea Turtles*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Müller-Karger, F.E. & C. Fuentes-Yaco. 2000. Characteristics of wind-generated rings in the eastern tropical Pacific Ocean. *J. of Geophys. Res.* 105 (C1): 1271-1284.
- Muñoz, A.C., W. Fernández, J.A. Gutiérrez & E. Zárate, 2002. Variación estacional del viento en Costa Rica y su relación con los regímenes de lluvia. *Top. Meteor. Oceanog.* 9: 1-13.
- Murdiyarso, D., D. Donato, J.B. Kauffman, S. Kurnianto, M. Stidham & M. Kanninen. 2009. Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems: a preliminary account from plots in Indonesia. 35 p.
- Nakamura, I. 1985. FAO species catalogue. Vo1.5. Billfishes of the World. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Fish.Synop. 125. Vo1.5: 65p.

- Naranjo-Madrigal. 2011. Biología pesquera de la langosta *Panulirus gracilis* en Playa Lagarto, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 59: 619-633.
- Nellemann, C., E. Corcoran, C.M. Duarte, L. Valdés, C. De Young, L. Fonseca & G. Grimsditch. 2009. Blue Carbon: A Rapid Response Assessment. Programa Ambiental de las Naciones Unidas, GRID-Arendal, CIUDAD, PAÍS. 80 p.
- Oviedo, L. & M. Solis. 2008. Underwater topography determines critical breeding habitat for humpback whales near Osa Peninsula, Costa Rica: implications for Marine Protected Areas. *Rev. Biol. Trop.* 56: 591-602.
- Palacios, G. & J. Rodriguez. 2008. Justificación Técnica para la Ampliación del Área Marina de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco (RNACB). Área Conservación Tempisque, Guanacaste 52 p.
- Palacios-Alfaro, J. D., D. Martinez-Fernandez, C. Sanchez-Godinez & R. Venegas. 2012. Distribution and behavior of humpback whale (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781) (Breeding Stock G), in southern Pacific of Costa Rica. Paper SC/64/SH16 IWC Scientific Committee, July 2012, Panama.
- Pepe, P.J. 1985. Littoral endolithic fauna of the Central American Isthmus. *Rev. Biol. Trop.* 33:191-194.
- Piedra, R. 2008. Hawksbill nesting on Playa Langosta, Costa Rica: Personal communication. *In: The State of the World's Sea Turtles Report*, vol. 3. 2008
- Piedra, R. & E. Vélez. 2005. Reporte de actividades de investigación y protección de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), temporada de anidación 2004-2005, Playa Langosta, documento no publicado, Proyecto de Conservación en Tortugas Marinas - Tortuga Baula, Parque Nacional Marino Las Baulas, Guanacaste, Costa Rica.
- Pizarro, F. & H. Angulo. 1994. Diagnóstico de los manglares de la costa Pacífica de Costa Rica, p. 34-63. *In: J.F. Angulo & H. Suman (eds.). El ecosistema de manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación.* Universidad de Miami, Florida, EUA.
- Plotkin, P.T., M. Polak & D.W. Owens. 1991. Observation on olive ridley sea turtle behavior prior to an arribada at Playa Nancite, Costa Rica. *Mar. Turtle Newsl.* 53: 4.
- Pool, D.J., S.C. Snedaker & A.E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México and Central America. *Biotropica* 9: 195-212.
- Porras, O., A. Seko & K. Miyamoto. 1993. Extracción científica y comercialización de las especies pelágicas existentes en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Sede del Pacífico. Consejo Nacional para Investigaciones Científicas, Acosta, Puntarenas, Costa Rica.
- Pritchard, P. C. H. & J. A. Mortimer. 1999. Taxonomy, External Morphology, and Species Identification, p. 21-38. *In: Karen L. Eckert, Karen A. Bjorndal, F. Alberto Abreu G. & Marydele Donnelly (eds.), Research and Management*

- Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publ. No. 4. Washington, D.C.
- PROAMBIENTE. 1999. Diagnóstico de la pesca del tiburón en Centro América. Informe Final, San José, Costa Rica.
- Putz, F.E., G.G. Parker & R.M. Archibald. 1984. Mechanical abrasion and intercrown spacing. *Amer. Midl. Nat.* 112: 24-28.
- Quirós, W. & C. Figgenger. 2011. Proyecto de Conservación e Investigación de la Tortuga Baula y Negra. Refugio Nacional de Vida Silvestres Ostional Temporada 2010-2011. 19 p.
- Ramsar. 1993. Ficha informativa sobre humedales Ramsar. Refugio Nacional de Vida Silvestre Tamarindo.
http://www.wetlands.org/reports/ris/6CR003en_FORMER_1993.pdf
- Ramsar. 1999. Ficha informativa sobre humedales Ramsar. Manglar de Potrero Grande.
http://www.wetlands.org/reports/ris/6CR008en_FORMER_1999.pdf
- Rasmussen, K., D. Palacios, J. Calambokidis, M.T. Saborio, L. Dalla Rosa, E. Secchi, R. Steiger, J. Allen & G. Stone. 2007. Southern hemisphere whales off Central America: insight from water temperature into the longest mammalian migration. *Biol. Lett.* 3: 302-305.
- Rasmussen, K. 2006. Comparison of two distinct populations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) of Pacific Central America. MS thesis, Moss Landing Marine Laboratories, San Francisco State University, San Francisco, CA, p. 90.
- Rasmussen, K., J. Calambokidis & G.H. Steiger. 2011. Distribution and migratory destinations of humpback whales off the Pacific coast of Central America during the boreal winters of 1996–2003. *Mar. Mammal Sci.* 28: E267-E279.
- Rathbun, M.J. 1930. The Cancroid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 152:1-593
- Reaka-Kudla, M.L. 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forest: p. 83-108. *In*: M.L. Reaka-Kudla, D.E. Wilson & O.E. Wilson (eds.). *Biodiversity II: Understanding and Protecting our Biological Resources*. Joseph Henry Press, Washington, DC.
- Robertson, D. R. & G. R. Allen. 2006. Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: un sistema de información. Versión 2.0. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, Republica de Panamá.
- Rodgers III, J.C. & S.P. Horn. 1996. Modern pollen spectra from Costa Rica. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol.* 124: 53-71.
- Rodriguez-Ferrer, G., Y. Rodriguez-Ferrer, D. Matos-Caraballo, & C. Lilyestrom. 2006. Comparison of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) commercial and

- recreational fisheries in Puerto Rico during 2000-2003. *Proc. Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 57: 297-316.
- Rodríguez, A. D. & C. Ramírez. 1994. Further butenolides from the Caribbean octocoral *Pterogorgia citrina*. *Journal of Natural Products* 57: 339-347.
- Rodríguez, A. D., I.C. Pina, J.J. Soto, D.R. Rojas & C.L. Barnes. 1995. Isolation and structures of the uprolides. I. Thirteen new cytotoxic cembranolides from the Caribbean gorgonian *Eunicea mammosa*. *Canadian J. Chemistry* 73: 643-654.
- Rodríguez-Fonseca, J. & P. Cubero. 2001. Cetacean strandings in Costa Rica (1966-1999). *Rev. Biol. Trop.* 49: 667-672.
- Salgado-Barragán, J & M. Hendrickx. 2012. Clave ilustrada para la identificación de los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Oriental. *Rev. Mex. Biodiv.* 81: 1-49.
- Samper-Villarreal, J., J. Cortés & C. Benavides-Varela. 2012. Description of the Panamá and Iguanita mangrove stands of Bahía Culebra, North Pacific coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Supl. 2): 109-120.
- Sauer, J.D. 1975. Remnant seashore vegetation of northwest Costa Rica. *Madroño* 23: 174-181.
- Sherman, K. & A.D. Duda. 1999. An ecosystem approach to global assessment and management of coastal waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 190: 271-28
- Short, F., T. Carruthers, W. Dennison & M. Waycott. 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 350: 3-20
- Sibaja-Cordero, J. A. & J. A. Vargas-Zamora. 2006. Zonación vertical de epifauna y algas en litorales rocosos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54 (Supl. 1): 49-67.
- Sibaja-Cordero, J.A. & J. Cortés. 2008. Vertical zonation of rocky intertidal organisms in a seasonal upwelling area (Eastern Tropical Pacific). *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 2): 91-104.
- Sifleet, S., L. Pendleton & B.C. Murray. 2011. State of the Science on Coastal Blue Carbon. A Summary for Policy Makers. Nicholas Institute Report, Duke University, Durham, Carolina del Norte, E.U.A.
- SIGMAR. 2009. Atlas Marino Costero de Costa Rica. Pastos marinos, manglares, arrecifes y comunidades de coral de la Costa Pacífica de Costa Rica. Escala: 1: 250 000. Coordenadas Geográficas, Datum WGS84.
- Silva-Benavides, A.M. 2009. Mangroves, 123-130. *In*: I.S. Werthman & J.Cortés (eds.). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer, Berlín.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). 2008. GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa

- Rica. Volumen 3: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera. San José, CR. 60 p.
- Solano, R., Fallas, G., Madrigal, V. & L. Flores. 2010 a. Evaluación y seguimiento de la dinámica de anidación de tortugas marinas en Playa Buena Vista, Nicoya, Costa Rica. Informe final de investigación. Asociación de Voluntarios para el Servicio en Áreas Protegidas. 60 p.
- Solano, R. & V. Madrigal. 2010 b. Evaluación y Seguimiento de la Dinámica de anidación de tortugas marinas en Playa Montezuma, Cobano, Costa Rica. Informe final de julio - octubre. Asociación de Voluntarios para el Servicio en Áreas Protegidas. 34 p.
- Solano, R., G. Fallas, V. Madrigal & L. Flores. 2010 c. Evaluación y seguimiento de la dinámica de desove de Tortugas Marinas en Playa Cocal, Cóbano, Costa Rica. Informe final de investigación. Asociación de Voluntarios para el Servicio en Áreas Protegidas. 53 p.
- Spigth, T.M. 1976. Censuses of rocky shore prosobranchs from Washington and Costa Rica. *Veliger* 18: 309-317.
- Spigth, T.M. 1977. Diversity of shallow water gastropod communities on temperate and tropical beaches. *Amer. Nat.* 111: 1077-1097.
- Spight, T. M. 1978. Temporal changes in a tropical rocky shore snail community. *Veliger* 21:137-143.
- Spotila, J., A. Dunham & A. Leslie. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature* 45: 495.
- Spotila, J.R., F.V. Paladino, P. Santidrian & T. Dornfeld. 2010. Leatherback Research and Conservation Project, Playa Grande. SWOT Database Online 2011.
- Steyermark, A. C., K. Williams, J.R. Spotila, F.V. Paladino, D. Rostal, S. Morreale, M.T. Koberg & R. Arauz. 1996. Nesting leatherback turtles at Las Baulas National Park, Costa Rica. *Chelonian Cons. Biol.* 2(2):173-183
- SWOT-State of theWorlds Sea Turtles. 2012. Minimum Data Standard forNesting Beach Monitoring. <http://seaturtlestatus.org/data/standards>
- Taylor, M.A. & E.J. Alfaro. 2005. Climate of Central America and the Caribbean. p 183-189. *In*: J.E. Oliver (ed.). *Encyclopedia of World Climatology*. Springer, Netherlands.
- UICN. 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 p.
- Valverde, R., C. Orrego, M. Tordoir, F. Gómez, D. Solís, R. Hernández, G. Gómez, L. Laura, P. Baltodano, L. Fonseca & J. R. Spotila. 2012. Olive ridley mass nesting ecology and egg harvest at Ostional Beach, Costa Rica. *Chelonian Cons. Biol.* 33 (1): 1-11.

- Van Tussenbroek, B.I., M.G. Barba-Santos, J.G.R. Wong, J.K. van Dijk & M. Waycott. 2010. Guía de los Pastos Marinos Tropicales del Atlántico Oeste. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México D.F., México.
- Vannucci, M. 2004. Mangrove Management and Conservation: Present and Future. United Nations Univ. Press, Nueva York. 350 p.
- Vargas, J.A. 1987. The benthic community of an intertidal mud flat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Description of the community. Rev. Biol. Trop. 35: 229-316.
- Vargas, J. 2002. Interacción océano-atmósfera: surgencia y la generación de anillos en la región de Papagayo. Rev. Geográfica de América Central. 40: 133-144.
- Vargas, J.A. & H.K. Dean. 2009. Sipunculans. pp. 119-121. In: Wehrtmann, I. S. y Cortés, J. (eds.), Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Springer Business Media B.V., Berlin. Text: Species list: CD,
- Viejobueno, S., L. Adamas & R. Arauz. 2011. Conservación e investigación de tortugas marinas en el pacífico de Costa Rica. Reporte técnico Julio 2010 - Febrero 2011. Programa Restauración de Tortugas Marinas. 59 p.
- Villalobos, C., G. Cruz & R. Cruz. 1985. Notas sobre la biología de *Sphaeroma terebrans* Bate, 1866 (Sphaeromatidae: Isopoda) en el manglar de Pochote, provincia de Puntarenas, Costa Rica. Brenesia 24: 287-295.
- Villalobos, C. R. 1980a. Variations in population structure in the genus *Tetraclita* (Crustacea: Cirripedia) between temperate and tropical populations. III. *T. stalactifera* in Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 28:193-201.
- Villalobos, C. R. 1980b. Algunas consideraciones sobre el efecto de los factores físicos y biológicos en la estructura de una comunidad de algas en el Pacífico de Costa Rica. Brenesia 18:289-300.
- Villalobos, F. A. 1983. Características del sector pesquero de Costa Rica. Agron. Costarr. 7: 77-89.
- Vincent, P., Marianovich, P., Ogues, L., & Alesina, L. 2007. Zona Costera Uruguay: Percepción de los asuntos prioritarios. Publicación especial del Programa EcoPlata. Proyecto URU/06/016.
- Vreeland, H. V. & H. R. Lasker. 1989. Selective feeding of the polychaete *Hermodice carunculata* Pallas on Caribbean gorgonians. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 129: 265-267.
- Wallace, B.P., A.D. DiMatteo, A.B. Bolten, M.Y. Chaloupka, B.J. Hutchinson et al. 2011. Global Conservation Priorities for Marine Turtles. PLoS ONE 6(9): e24510. doi:10.1371/journal.pone.0024510
- Ward, M., R. Elkins, R. Ward & R. Arauz. 2011. Punta Pargos Green Turtle Monitoring and Protection Program. Technical Report: 2010/2011. Conservation, Research and Investigation of Marine Turtles on the North Pacific Coast of Costa Rica, Punta Pargos, Guanacaste. 85 p.

- Waycott, M., C.M. Duarte, T.J.B. Carruthers, T.J. Orth, W.C. Dennison, S. Olyarnik, A. Calladine, J.W. Fourqurean, K.L. Heck Jr., A.R. Hughes, G.A. Kendrick, W.J. Kenworthy, F.T. Short & S.L. Williams. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 106: 12377-12381.
- Westmacott, S. 2002. Where should the focus be in tropical integrated coastal management? *Coastal Management*, 30: 67-84.
- Whitelaw, W. 2001. Country guide to gamefishing in the western and central Pacific. Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia.
- Williams, G. & O. Breedy. 2004. The Panamic genus *Pacifigorgia* (Octocorallia: Gorgoniidae) in the Galápagos Archipelago. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 55 (3): 54-87.
- Worm, B. & D.P. Tittensor. 2011. Range contraction in large pelagic predators. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 108: 11942-11947.
- Wright, A. E., N.S. Burres & G.K. Schulte. 1989. Cytotoxic cembranoids from the gorgonian *Pseudopterogorgia bipinata*. *Tetrahedron Letters* 30: 3491-3494.
- Wyrtki, K., 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bull.* 9: 271-304.
- Yañez, I.L., B. Wallace & A.R. Gaos. 2010. Proceedings from the Second Workshop of the Hawksbill Turtle in the Eastern Pacific ICAPO (Eastern Pacific Hawksbill Initiative) Reserva Natural Estero Padre Ramos, Nicaragua.
- Zamora-Trejos, P. & J. Cortés. 2009. Los manglares de Costa Rica: Pacífico norte. *Rev. Biol. Trop.* 57: 473-488.
- Zárate, E. 2005. Comportamiento de los Empujes Fríos que Alcanzan Centroamérica y el Caribe. Informe Técnico elaborado en el marco del Proyecto "Assessment of Impacts and Adaptation Measures for the Water Resources Sector due Extreme Events under Climate Change Conditions in Central America (LA06)" (AIACC-UCR-CRRH). 24 p.
- Zea, S. 1993. Cover of sponges and other sessile organisms in rocky and coral reefs habitats of Santa Marta, Colombian Caribbean Sea. *Caribbean Journal Science* 29: 75-88.