

# ELABORACIÓN DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS MARINO-COSTEROS BÁSICOS PARA EL SITIO DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE CARIBE SUR



PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO

PROYECTO "CONSOLIDACIÓN DE ÁREAS  
MARINAS PROTEGIDAS DE COSTA RICA"





# EQUIPO DE TRABAJO

## TÍTULO:

**“ELABORACIÓN DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS MARINO-COSTEROS BÁSICOS PARA EL SITIO DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE CARIBE SUR”**

## EJECUCIÓN:

Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Global Environment Facility.

## ELABORACIÓN TÉCNICA:

**Coordinación:** Carlos Espinoza y Claudine Sierra Fundación Trichechus

**Sustratos duros, arrecifes, pastos marinos:** Cristina Sánchez.

**Fondos suaves y sistemas intermareales:** Victoria Bogantes.

**Especies de interés comercial:** Ulises Arrieta, Carlos Espinoza y Claudine Sierra.

**Oceanografía:** Rubén Venegas.

**Cetáceos:** Claudine Sierra y Laura May-Collado

**Manatí:** Carlos Espinoza.

**Tortugas marinas:** Liliana Grandas.

**Percepción local, usos y amenazas:** Claudine Sierra y Carlos Espinoza.

**SIG e imagen RapidEye:** Catalina Benavides.

**Base de datos bibliográfica y digital:** Liliana Grandas.

**Especies de interés comercial:** Álvaro Segura.

## EDITORES CIENTÍFICOS:

Carlos Espinoza, Claudine Sierra y Damián Martínez Fernández

## EDITORIA DE ESTILO:

Claudine Sierra

## DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN:

Canal Creativo S.A. Agencia infográfica

## FOTOGRAFÍAS:

Fundacion Trichechus, Okeanos Aggressor, Ana Lucía Rodríguez y Cristina Sánchez

## COMITÉ TÉCNICO ASESOR:

Donald Campbell – Enlace Técnico del ACLAC

Andrea Montero – Asociación Costa Rica por Siempre

Jairo Sancho – Gerencia Áreas Silvestres Protegidas/SINAC

Damián Martínez – Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas

PNUD - SINAC – GEF

## DONADO POR:

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

## CITAR COMO:

SINAC. 2016. **Elaboración de Estudios Científicos Marino-Costeros Básicos para el Sitio de Importancia para la conservación de Caribe Sur.** Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San José, Costa Rica. 70 pp.

Este es un producto de SINAC, contratado por el PNUD con fondos del GEF.





# TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Figuras	IV
Tabla de Cuadros	V
Tabla de Gráficos	VI
Resumen Ejecutivo	1
I. Introducción	2
I.1. Descripción del Sitio Prioritario Caribe Sur	2
I.2. Contexto Biogeográfico	4
I.3. Los Objetos de Conservación	4
II. Contexto oceanográfico	5
II.1. Introducción	5
II.2. Variables oceanográficas del siccs	6
II.3. Métodos	6
II.4. Resultados	7
II.4.1. Batimetría del siccs	7
II.4.2. Temperatura superficial del mar	8
II.4.3. Clorofila a	9
II.4.4. Nivel superficial del mar	9
II.4.5. Corrientes superficiales	9
II.4.6. Batimetría del río sixaola	10
II.4.7. Sedimentación	11
III. Arrecifes coralinos y pastos marinos	12
III.1. Arrecifes coralinos	12
III.1.1. Introducción	12
III.1.3. Métodos	12
III.1.4. Resultados	13
III.1.4.1. Arrecifes coralinos	13
III.1.4.3. Peces de arrecife	15
III.1.5. Conclusiones y recomendaciones	16
III.2. Pastos marinos	17
III.2.1. Introducción	17



## TABLA DE CONTENIDO

III.2.2. Métodos	17
III.2.3. Resultados	17
III.2.5. Conclusiones y Recomendaciones	18
IV. REGIONES INTERMAREALES	19
IV.1. Introducción	19
IV.1.1. Playas	19
IV.2. Métodos	20
IV.3. Resultados	20
IV.4. Conclusiones y Recomendaciones	22
V. SISTEMAS ESTUARINOS	23
V.1. Laguna de Gandoca	23
V.3. Métodos	25
V.4. Resultados	26
V.4.1. Especies identificadas	26
V.4.2. Cobertura del manglar	26
V.4.3. Profundidades de la laguna de Gandoca	26
V.5. Conclusiones y Recomendaciones	27
VI. ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL	28
VI.1.3. Los artes de pesca	28
VI.1.3.1. Nasas	28
VI.1.3.2. Línea de fondo	29
VI.1.3.3. Sling	29
VI.1.3.4. Cuerdas de mano y atarraya	29
VI.1.3.5. Caña de pescar/troleo	29
VI.1.3.6. Trasmallo y arbaleta	29
VI.1.4. Zonificación de la pesca	29
VI.1.5. Especies de interés pesquero	29
VI.1.5.1. Los Pargos	30
VI.1.5.2. La Langosta	30
VI.1.5.3. El Cambute	31



# TABLA DE CONTENIDO

VI.1.6. Métodos	31
VI.1.7. Resultados	32
VI.1.7.1. Especies favoritas en el SICCS y sus temporadas de pesca	33
VI.1.8. El caso del Pez León	34
<b>VII. ESPECIES MARINAS</b>	<b>35</b>
VII.1. Cetáceos	35
VII.1.1. Introducción	35
VII.1.2. Métodos	37
VII.1.3. Resultados	37
VII.1.3.1. Avistamientos directos en el SICCS	38
VII.1.3.2. Avistamientos reportados para el SICCS	38
VII.1.5. Conclusiones y Recomendaciones	40
VII.2. El Manatí	41
VII.2.1. Introducción	41
VII.2.2. Métodos	41
VII.2.3. Resultados	42
VII.2.3.1. Avistamientos de manatíes	42
VII.2.3.2. Comportamiento de los manatíes	44
VII.2.4. Conclusión	45
<b>VIII. TORTUGAS MARINAS</b>	<b>46</b>
VIII.1. Introducción	46
VIII.2. Métodos	46
VIII.3. Las playas de anidación	47
VIII.3.1. Playa Gandoca	47
VIII.3.2. La Playita	47
VIII.3.3. Cahuita - Playa Negra	47
VIII.4. Las tortugas en el SICCS	48
VIII.4.1. Tortuga baula	48
VIII.4.2. Tortuga carey	48
VIII.4.3. Tortuga verde	49





VIII.7. Conclusión y Recomendaciones	49
XI. PERCEPCIÓN LOCAL, USOS Y PRESIONES SOBRE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN	51
XI.1. Población entrevistada	51
XI.2. Los recursos marino-costeros	52
XI.2.1. Resumen de la percepción local sobre los recursos marino-costeros	54
XIII. LITERATURA	55
XIII.1. Literatura Citada	55
XIII.2. Literatura Consultada	61

## TABLA DE FIGURAS

Figura I-1.	Sitio Prioritario Gandoca, Caribe Sur de Costa Rica.	3
Figura II-1.	Cuencas oceánicas del mar caribe.	5
Figura II-2.	Corrientes del Mar Caribe	6
Figura II-3.	Batimetría del Sitio Prioritario Gandoca.	7
Figura II-4.	TSM promedio entre 1982 y 2009 en el Sitio Prioritario Gandoca	8
Figura II-5.	Anomalías de promedios anuales de Temperatura Superficial del Mar, 1982-2009, en el Sitio Prioritario Gandoca	8
Figura II-6.	Anomalías mensuales promedio en la concentración de clorofila a (1998-2010), en el Sitio Prioritario Gandoca.	9
Figura II-7.	Concentración promedio de clorofila a (1998-2010), en el Sitio Prioritario Gandoca.	9
Figura II-8.	Tendencia de cambios en el nivel del mar para el Sitio Prioritario Gandoca (1992-2012).	10
Figura II-9.	Dirección de las corrientes marinas superficiales en el mar Caribe costarricense.	10
Figura II-10.	Batimetría de la desembocadura del río Sixaola	11
Figura II-11.	Pluma de sedimentos del río Sixaola.	11
Figura III-1.	Arrecifes coralinos en el Sitio Prioritario Gandoca.	12
Figura III-2.	Estructura bentónica de arrecifes. Sector Manzanillo.	14
Figura III-3.	Estructura bentónica de arrecifes. Sector Puerto Viejo.	14
Figura III-4.	Estructura bentónica de arrecifes. Sector Punta Uva-Cocles	14
Figura III-5.	Porcentaje de cobertura de especies de coral	15
Figura III-6.	Ubicación de los pastos marinos en el Sector Manzanillo-Punta Mona	17



## TABLA DE FIGURAS

Figura III-7.	Mezcla de pastos marinos en el Sector Manzanillo	18
Figura III-8.	Densidad de pastos marinos en el Sector Manzanillo	18
Figura III-9.	Densidad de pastos marinos en el Sector Punta Mona	18
Figura IV-1.	Sitios de muestreo de la zona intermareal en el Sitio Prioritario Gandoca	20
Figura IV-2.	Sitios de muestreo intermareal	21
Figura V-1.	Laguna de Gandoca y tipos de cobertura	23
Figura V-2.	Manglar de Gandoca y tipos de cobertura	24
Figura V-3.	Fotografías de la laguna y el manglar de Gandoca	25
Figura V-4.	Batimetría de la laguna de Gandoca	26
Figura VI-1.	Especies de interés comercial en el Sitio Prioritario Gandoca	29
Figura VI-3.	Kilos de productos pesqueros capturados en el Caribe Sur	33
Figura VII-1.	Localización aproximada de los avistamientos de cetáceos	37
Figura VII-2.	Cetáceos reportados para el Caribe sur.	39
Figura VII-3.	Sitios de avistamiento de manatíes en el Caribe Sur de Costa Rica (años 2011 y 2013)	42
Figura VII-4.	Manatí en el Caribe Sur	44
Figura XI-1.	Sitios de sondeo de percepción local, usos y presiones sobre los objetos de conservación en el Sitio Prioritario Gandoca.	51

## TABLA DE CUADROS

Cuadro VI-1.	Épocas de extracción de cada objeto de pesca en el Sitio Prioritario Gandoca	33
Cuadro VII-1.	Avistamientos de manatí en el Caribe Sur	37



## TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico IV-1. Grupos faunísticos de invertebrados encontrados en el Sitio Prioritario Gandoca.	20
Gráfico VI-1. Objetos de pesca preferidos por los pescadores locales del Sitio Prioritario Gandoca.	33
Gráfico XI-1. Usos de los recursos marino-costeros del Sitio Prioritario Gandoca	53
Gráfico XI-2. Percepción local sobre las causas del deterioro de los recursos marino-costeros en el Sitio Prioritario Gandoca	53
Gráfico XI-3. Percepción local sobre el tipo de manejo requerido para los recursos marino-costeros del SPG	54



## RESUMEN EJECUTIVO

El Caribe Sur de Costa Rica es un territorio que mezcla el bosque tropical lluvioso y una amplia diversidad de ecosistemas marino-costeros con diversas culturas como los indígenas Bribri, los descendientes afroamericanos, los mestizos y una creciente comunidad de extranjeros residentes. Estos ecosistemas y su biodiversidad han sido escasamente estudiados. El principal mapeo extensivo de la biodiversidad de este territorio ha sido abordado por el proyecto GRUAS II (2005) que identificó vacíos de conservación prioritarios para esta región. El objetivo de esta investigación fue profundizar en el conocimiento de estos objetos o vacíos de conservación definidos por GRUAS II para el Caribe Sur incluyendo: lagunas costeras, manglares, zonas intermareales, arrecifes coralinos, pastos marinos, zonas de concentración pesquera, de cetáceos, de manatíes y de tortugas marinas entre otros. Así, estos objetos van desde poliquetos micrométricos hasta el segundo animal más grande del mundo, pasando por ecosistemas que brindan enorme cantidad de servicios ambientales. Además de ello, se ha querido caracterizar los usos y presiones que se derivan de la población local hacia estos objetos. Los principales hallazgos del estudio incluyen el geoposicionamiento de 35 caladeros y 5 fondos de pesca, la ampliación de la distribución del manatí a las zonas marino-costeras, la identificación de 8 nuevas formaciones coralinas, el reporte de tres nuevas especies

de cetáceos y el primer estudio de la biodiversidad de invertebrados en las zonas intermareales de la zona de estudio. Así mismo, se conocen las percepciones y conocimientos de la población local acerca de estos objetos. Estos recursos están amenazados por fenómenos que también tienen diversas escalas. Sobresalen el pez León con un impacto fuerte sobre la diversidad marina y la economía local y el cambio climático que permea globalmente pero con efectos locales sobre toda la línea costera. También la contaminación por agroquímicos, hidrocarburos y la sedimentación deterioran los hábitats marino-costeros del CS. Todos estos resultados se han derivado en gran medida conocimiento local y refuerzan la importancia de las comunidades locales en la generación de conocimiento para el manejo de los recursos naturales. Sin embargo existe un desconocimiento local de la importancia de elementos clave del ecosistema especialmente a nivel de servicios ecosistémicos. A nivel de presiones y usos la zona presenta una indefinición de responsabilidades institucionales para la gestión de los recursos naturales. En este escenario se propone un enfoque en el que no se vean todas las amenazas como “enemigos” de la gestión. En particular, el pez León puede convertirse en una oportunidad para aglutinar intereses locales y lograr un trabajo conjunto comunidades-instituciones hacia la protección de especies y ecosistemas carismáticos.



# I. INTRODUCCIÓN

La conservación de los recursos naturales como estrategia de desarrollo es generadora de grandes beneficios para el país. Las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) brindan servicios ecológicos, económicos y sociales. En Costa Rica, lo anterior se refleja en dos actividades: el turismo con \$546.136 millones (70.18% de los aportes) y la generación hidroeléctrica con \$205.242 millones (26.38%) (SINAC y MINAET 2010).

La Evaluación de Ecorregiones Marinas en Mesoamérica, define seis Unidades Ecológicas Marinas (UEM) en la ecorregión Mar Caribe (Caribe Suroccidental). En dichas UEM identifica 51 objetos de conservación (OC) compuestos por 26 sistemas ecológicos y 25 macrohábitats o especies. A partir de la información anterior, se identificaron sitios prioritarios de conservación no incluidos en Áreas Silvestres Protegidas que fueron llamados "Vacíos de Conservación". En particular, en la costa Caribe se priorizaron dos sitios para la conservación marina, uno de ellos es el Vacío de Conservación Gandoca (VCG), que llamaremos "*Sitio de importancia para la conservación marina Caribe Sur (SICCS)*" (TNC 2008).

Adhiriendo a las estrategias definidas por el Gobierno de Costa Rica para atender los vacíos de conservación identificados en GRUAS II, volumen III (SINAC y MINAET 2009), el Programa Costa Rica por Siempre diseñó diversas líneas de acción, entre ellas la ampliación de ASP o la creación de nuevas ASP marino-costeros.

En este documento presentamos los resultados de estudios científicos marinos básicos en el SICCS, que incluyen los objetos de conservación más relevantes, el contexto oceanográfico, la percepción de la comunidad local sobre los recursos marino-costeros y el análisis de las amenazas antropogénicas. Los métodos empleados pueden verse en el acápite correspondiente a cada investigación.

La elaboración de cartografía y análisis de imágenes satelitales se realizó en colaboración con el CIMAR. Se elaboró una base de datos geoespacial, se mapearon los objetos de conservación y sus presiones y se procesó una imagen satelital RapidEye (2011).

## I.1. Descripción del Sitio Prioritario Caribe Sur

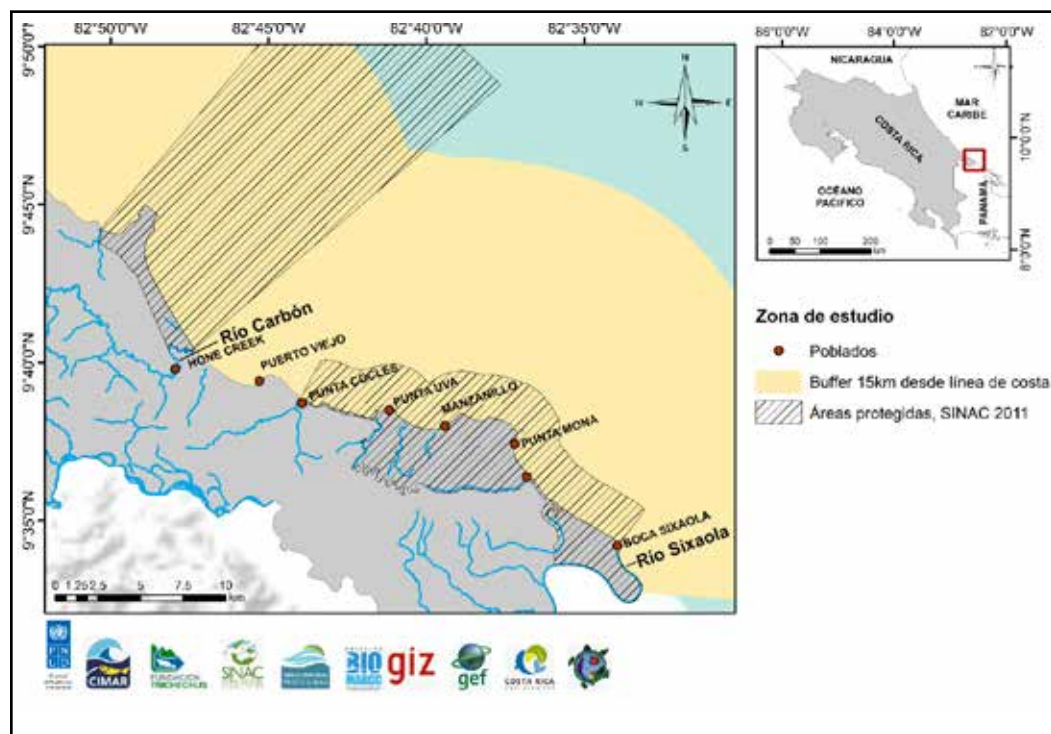
Costa Rica tiene diez veces más área marina que continental. El espacio marino es complejo y está representado por dos provincias biogeográficas: El Pacífico Tropical Oriental (543.842 km<sup>2</sup> y cuatro especies/km<sup>2</sup>) y el Atlántico Tropical Suroccidental (24.212 km<sup>2</sup> y nueve especies/km<sup>2</sup>) (SINAC y MINAET 2010).



El SICCS se localiza en el Caribe Sur de Costa Rica (Figura I-1), en la provincia de Limón, ocupando una pequeña porción de los distritos Sixaola y Cahuita en el Cantón de Talamanca.

En cuanto a la división ecorregional, el sitio incluye las UEM "Cahuita" (Cahuita-Punta Mona), "Sixaola" (Punta Mona-Boca del río Sixaola) y parcialmente "Caribe Oceánico Costarricense". El límite norte está definido por el río Carbón (9°40'26.74' N; 82°47'25.22'O) y el límite sur por el río Sixaola (9°34'19.59'N; 82°33'52.88'O). Su área terrestre es la fina línea de costa de 250 metros de ancho y su área marina va desde la costa hasta 15 km mar adentro, incorporando profundidades de hasta 1000m. La extensión total de las UEM Cahuita y Sixaola es de 163.07 km<sup>2</sup> con un vacío de conservación de 90.8 km<sup>2</sup> (56%), un área total protegida de 72.3 km<sup>2</sup> (44%) y un área marina protegida de 49.84 km<sup>2</sup> (SINAC y MINAET 2009).





**Figura I-1. Sitio Prioritario Gandoca, Caribe Sur de Costa Rica.**  
Trichechus 2012

El SICCS tiene diversas particularidades: sus arrecifes de coral conectan las formaciones de Cahuita con las de Panamá; presenta la mayor área de concentración de manatíes y de langostas en Costa Rica; es el único sitio donde se observa el delfín de Guyana; sus manglares son los únicos del Caribe que mantienen la conectividad con bosques; contiene las escasas lagunas costeras del Caribe Sur; en sus playas anidan cuatro especies de tortugas marinas; contiene praderas de pastos marinos que son hábitat para gran diversidad de especies y es una de las pocas áreas donde se observa una continuidad entre manglar, pastos y corales (SINAC y MINAET 2009).

Los OC identificados para este sitio prioritario son (SINAC y MINAET 2009):

1. Lagunas costeras
2. Manglares marinos y mixohalinos
3. Formaciones coralinas

4. Praderas de pastos marinos
5. Zona de concentración de langostas y cambute
6. Áreas de concentración de delfín de Guyana
7. Áreas de concentración de manatíes
8. Playas de anidación de tortugas marinas
9. Playas rocosas
10. Playas de arena gruesa
11. Fondos sublitorales de arena
12. Lodos bioclásticos y litoclásticos
13. Sitios de alimentación de aves marinas
14. Acantilados de roca dura
15. Fondo duro circalitoral y blando batial

Para este trabajo se identificaron como prioritarios a los diez primeros.

## I.2. Contexto Biogeográfico

El Caribe es una región biogeográfica única, con una compleja historia geológica que comenzó hace 40 Ma (Eoceno medio) y culminó en el Plioceno (5-2.5 Ma) con el afloramiento del istmo de Panamá (Iturralde-Vinent 2005).

El Caribe está en constante transformación. Se generan barreras y caminos temporales que permiten y bloquean la migración de especies, provocando en particular el aislamiento entre la flora y fauna del Pacífico y del Atlántico, incrementando la divergencia evolutiva y la radiación de especies que encontramos hoy, por ejemplo, en el SICCS (Iturralde-Vinent 2005; TNC 2008).

El SICCS está ubicado paleogeográficamente en la cuenca de Limón, con un proceso de afloramiento que comenzó en el Mioceno (15-25 Ma) y dura hasta el presente. A lo largo del tiempo geológico se observa una tendencia a la disminución en la profundidad de las aguas. Hay un régimen erosivo predominante que se evidencia con la caída de las palmas hacia el mar y la existencia de corrientes de deriva en las playas de Gandoca. Según habitantes locales, la línea de costa se ha ido reduciendo, lo que se evidencia con la continua caída y permanencia de raíces de palmas en las zonas someras. Se estimó una tasa media anual de emersión de 1.8mm/año, aunque ésta no es constante (Denyer 1998).

La deforestación de las tierras altas y el impacto de las bananeras en tierras bajas produjeron sedimentación que dañó la barrera de corales, provocando una mayor erosión en las playas. Este fenómeno antrópico se suma al fenómeno natural de afloramiento antes mencionado (Denyer 1998).

## I.3. Los Objetos de Conservación

La costa y plataforma continental del SICCS, tienen características geomorfológicas y ecológicas variadas como playas de arena, plataformas carbonatadas, acantilados rocosos, amplias llanuras submarinas sedimentarias, fondos con pastos marinos y corales, costas abiertas y expuestas al oleaje y cuerpos de agua semicerrados con manglares.

Además el sitio se caracteriza por una plataforma continental estrecha, cubierta por sedimentos (fondos blandos batiales). Predominan los fondos de arena y lodo litoclásticos (de origen terrígeno) que, en algunos sectores son reemplazados por lodos y arenas bioclásticos (con fragmentos de coral, moluscos y algas calcáreas). En la zona oceánica hay fondos blandos y duros batiales y blandos abisales (TNC 2008).

En el SICCS se encuentra el complejo arrecifal más extenso y mejor desarrollado de Costa Rica, que se extiende desde Punta Cocles hasta Punta Mona. Estos arrecifes son un eslabón importante en el corredor marino del sur del Caribe ya que actúan como puentes entre los extensos bajos de Misquito en Nicaragua y los arrecifes de Bocas del Toro en Panamá (Cortés 1992). Los sistemas arrecifales presentes combinan formaciones coralinas con praderas de pastos marinos, llanuras de arena y especies asociadas como langostas, cambutes y peces de interés comercial (TNC 2008).

La laguna de Gandoca es la más extensa de la costa Caribe sur de Costa Rica. Juega un papel importante como criadero del sábalo (*Megalops atlanticus*), como refugio de manatíes (*Trichechus manatus*) y muchos peces de agua dulce (Coll *et al.* 2001). A su vez, el manglar de Gandoca es el único reconocido como bosque de manglar en el Caribe costarricense, es el más extenso y menos alterado del Caribe costarricense y junto con el manglar del Parque Nacional Corcovado, son los únicos donde se han preservado algunas zonas continuas de bosque y manglar. Es hábitat para gran diversidad de cangrejos, algas, esponjas y ascidias típicas de manglares. Además, se encuentra el único banco natural de ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) del Caribe de Costa Rica (Coll *et al.* 2001).

Los manglares, estuarios, arrecifes coralinos y pastos marinos, son algunos de los ecosistemas marinos con mayor productividad y constituyen importantes zonas de crianza en el desarrollo de varias especies de interés comercial. La producción continua de peces se traduce en una fuente confiable de alimento y también significa una fuente de empleo para quienes realizan actividades en torno al mar (Espinoza y Nielsen-Muñoz 2006).

Las especies de importancia comercial, en zonas costeras, esteros y aguas continentales del Caribe, son principalmente la langosta espinosa



(*Panulirus argus*), los pargos (*Lutjanus spp.*, *Rhomboplites spp.*, *Ocyurus spp.*), los tiburones (*Carcharhinus spp.*, *Ginglymostoma spp.*), la macarela (*Scomberomorus spp.*) y el róbalo (*Centropomus undecimalis*) (Espinoza y Nielsen-Muñoz 2006, U. Arrieta com. pers.).

La playa de Gandoca es un importante sitio de anidamiento de la tortuga Baula (*Dermochelys coriacea*), también llegan en menor cantidad

la tortuga Verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) (Hancock 2008). También hay tortugas en la zona de Playa Negra, al norte de Puerto Viejo (dato obtenido en este estudio). En cuanto a mamíferos marinos, la zona es hábitat del manatí (*Trichechus manatus*) y sitio de residencia de dos cetáceos, el delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*) y el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (Gamboa y May Collado 2006).

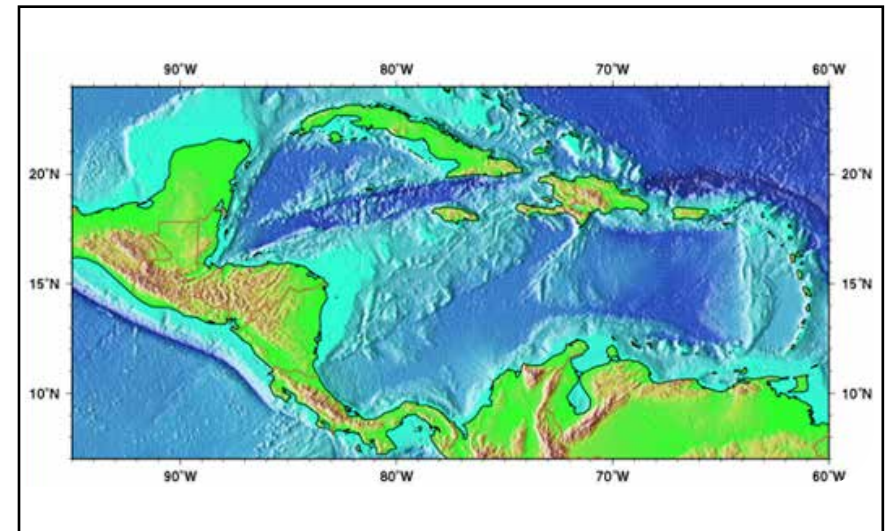
## II. CONTEXTO OCEANOGRÁFICO

### II.1. Introducción

El mar Caribe está situado a lo largo de la placa del Caribe y, aunque comenzó a formarse hace 160-180 millones de años, recién hace 3.7 millones de años, en el período Plioceno-Holoceno, emergieron las tierras de Panamá y se cerró el tránsito entre el Atlántico y el Pacífico (Iturralde-Vinent 2005). Es una cuenca oceánica semi-cerrada, localizada en la zona intertropical con una extensión de 1.943.000 km<sup>2</sup>, que se divide en cinco cuencas oceánicas separadas por cadenas montañosas submarinas. Toda la extensión de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica y Panamá forma parte de la Cuenca de Colombia, con una profundidad máxima de 4.000 m (Figura II-1).

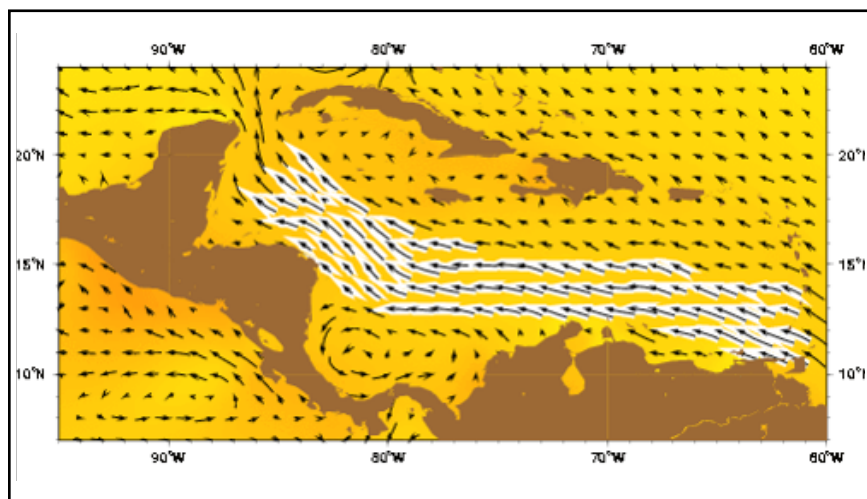
**Figura II-1. Cuencas oceánicas del mar caribe.**

Imagen tomada de: [http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/img\\_topo2/caribbean2.jpg](http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/img_topo2/caribbean2.jpg)



Las masas de agua en el Caribe están dominadas por la corriente del Caribe (Figura II-2), proveniente del Atlántico ecuatorial. Esta corriente ha evolucionado en estrecha relación con los cambios de la paleogeografía y las direcciones preferentes del flujo marino han cambiado con el tiempo, de modo que el patrón actual de flujo tiene apenas 2.5 millones de años (Iturralde-Vinent 2004). Actualmente, la corriente Caribe penetra por el este hasta llegar al golfo de México. Al encontrarse con la Elevación de Nicaragua, un ramal se bifurca hacia el suroeste y sur formando un remolino ciclónico, que discurre a lo largo de las costas de Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia (zona donde se generan condiciones especiales de salinidad, temperatura y nutrientes) confluyendo nuevamente con la corriente del Caribe (TNC 2008).

Estas aguas relativamente encajonadas, absorben mucho calor por lo que la costa de Costa Rica y Panamá tiene un clima muy húmedo. La temperatura promedio superficial del agua es de 28°C, la salinidad oscila entre 34 y 36, con una considerable estabilidad estacional de las masas de agua (TNC 2008)



**Figura II-2. Corrientes del Mar Caribe.**

Imagen tomada de: [http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/img\\_mgsva/caribbean-YYY.gif](http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/img_mgsva/caribbean-YYY.gif)

En el SICCS, la orientación principal de la costa es perpendicular a la dirección de los vientos predominantes (NW-SE), por lo que es un tipo de costa reflectivo de alta energía. Las mareas son mixtas, principalmente diurnas, con un ámbito entre 30 y 50 cm. Las corrientes fluyen de noroeste a sureste, con pequeños remolinos en dirección opuesta (Fonseca *et al.* 2007). Las lluvias y vientos tienen un patrón estacional, con vientos fuertes y lluvias escasas entre enero y abril y con vientos débiles y prevalencia de lluvias entre mayo y diciembre (TNC 2008). Dicho lo anterior, vale destacar que el mes de octubre es el identificado como más benéfico (para el turismo) y seco por los habitantes locales.

## II.2. Variables Oceanográficas del SICCS

Las variables oceánicas más descritas para la zona son la sedimentación y la temperatura del mar, ya que la mayoría de las investigaciones marinas del SICCS se refieren a los arrecifes coralinos ubicados entre Cahuita y el Río Sixaola (según nuestra revisión bibliográfica, aún no hay estudios oceanográficos locales).

La sedimentación es la causa principal del deterioro de los arrecifes de coral en el Caribe Sur costarricense. La pluma del río Sixaola se extiende varios kilómetros y contiene altas concentraciones de sedimentos suspendidos (Cortés *et al.* 1998, Cortés *et al.* 2010). Es interesante destacar que, debido a la acción de las corrientes marinas, la alta concentración de sedimentos en la pluma del río Sixaola no pasa el límite de Punta Mona (Figura I-1) (Cortés 1992).

A continuación presentamos una descripción batimétrica (del fondo oceánico y del Río Sixaola), TSM, clorofila a, corrientes marinas (la principal en el Caribe de Costa Rica), nivel del mar en la zona marina del SICCS, y una breve descripción de la pluma del río Sixaola.

## II.3. Métodos

Esta caracterización oceanográfica se realizó con series de tiempo a partir de datos obtenidos por observaciones remotas (satélites). La información es generada por sensores remotos y se basa en 13 años o más de cobertura operacional, para la Temperatura Superficial del



Mar (TSM), Clorofila a (clorofila), Corrientes Superficiales y la Anomalia del nivel superficial del mar. Los datos fueron obtenidos mediante el catálogo en línea de la NOAA Ocean Watch (<http://oceanwatch.pifsc.noaa.gov/thredds/catalog.html>) utilizando el programa de libre acceso Integrated Data Viewer ([www.unidata.ucar.edu](http://www.unidata.ucar.edu)).

Para describir la batimetría del Caribe Sur se utilizó el modelo batimétrico producido por TNC (2008) para el análisis de vacíos de conservación del Pacífico Oriental. Para describir la batimetría de la desembocadura del río Sixaola se usó un sonar de barrido lateral marca Hummingbird® modelo 998c SI (Johnson Outdoors Inc., St. Racine, WI, USA) (González-Socoloske 2007 y González-Socoloske *et. al.* 2006).

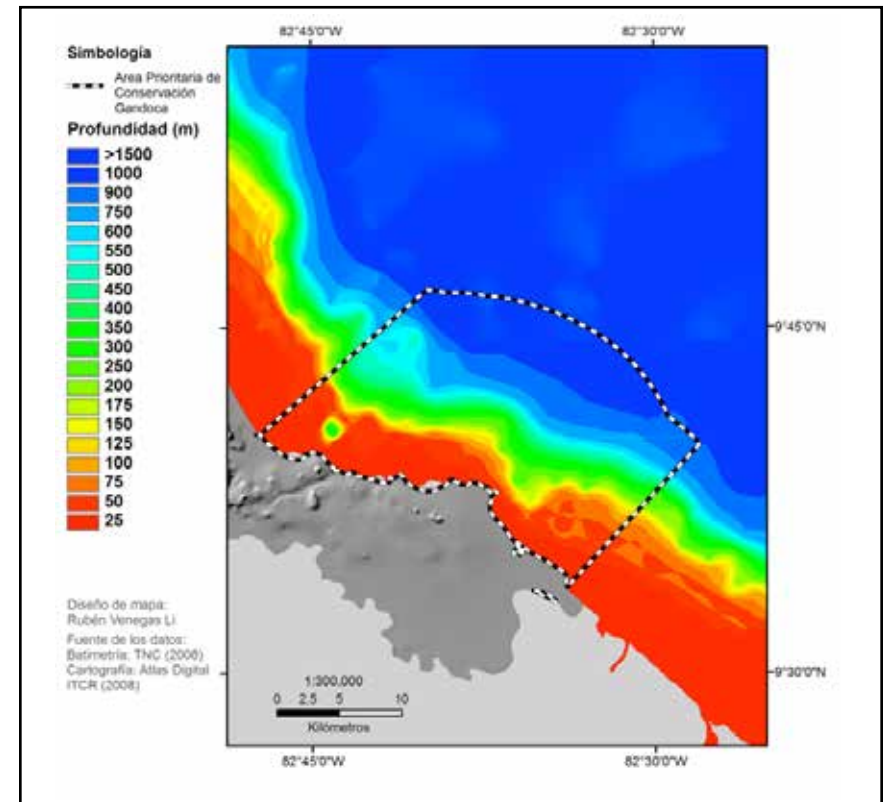
Para conocer el alcance de los sedimentos de la pluma del Río Sixaola se utilizaron imágenes LANDSAT.



## II.4. Resultados

### II.4.1. Batimetría del SICCS

El suelo marino en el SICCS alcanza profundidades máximas de aproximadamente 1150m a 15Km de la costa. Tiene una plataforma relativamente poco profunda (~100m) con una extensión que varía entre los 2Km y los 6Km perpendicular a la costa; seguida por profundidades entre los 100 y los 350m en los siguientes 2.5Km aproximadamente; finalmente, siguen pendientes pronunciadas hasta llegar a la isobata de los 1000m (Figura II-3).

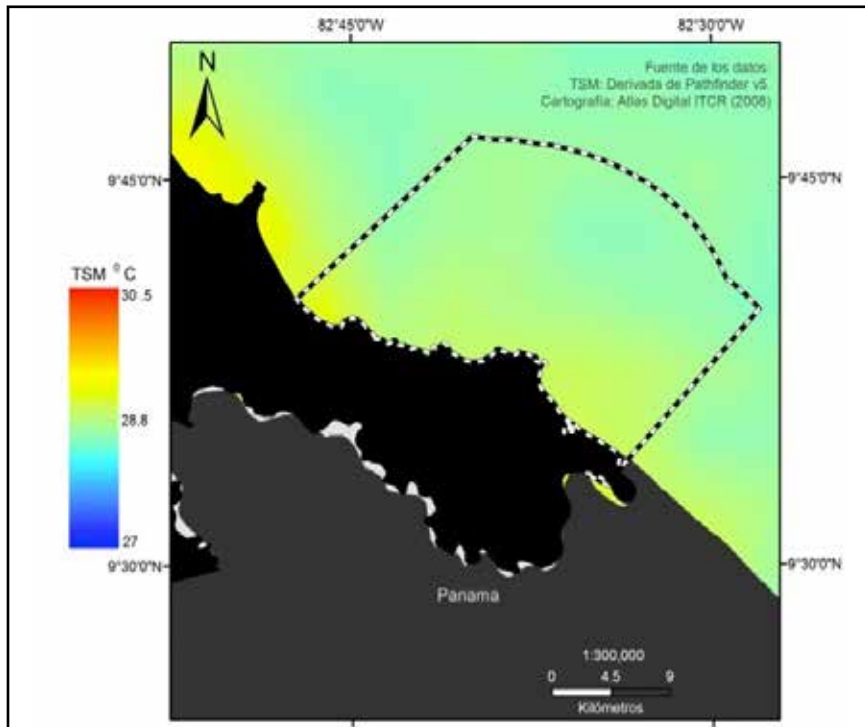


**Figura II-3. Batimetría del Sitio Prioritario Gandoca.**

Modelo Batimétrico generado por Trichechus 2012, a partir de datos de TNC 2008.

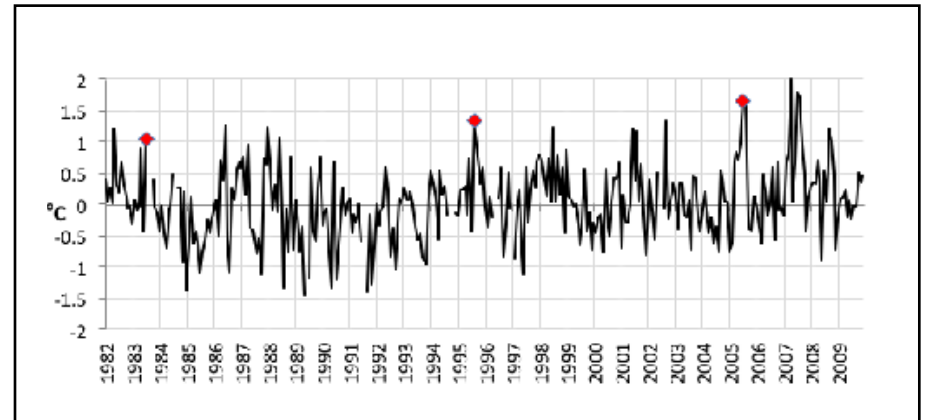
## II.4.2. Temperatura Superficial del Mar

Entre los años 1982 y 2009, la TSM promedio fue de  $28.3 \pm 0.3^\circ\text{C}$  (Figura II-4), con una TSM mínima de  $27.8 \pm 0.3^\circ\text{C}$  (año 1985) y una TSM máxima de  $28.9 \pm 0.3^\circ\text{C}$  (año 2007). Esta TSM anual promedio es homogénea en el espacio, con  $28^\circ\text{C}$  cerca de la costa y  $28^\circ\text{C}$  a 15Km de la costa) (Figuras II-4 y II-5). Durante el año, hay dos momentos con TSM más elevadas: 1) mayo/junio y 2) setiembre/octubre y dos momentos con temperaturas más bajas: 1) diciembre y 2) marzo. En la figura 7 se presentan las anomalías de cada mes entre 1982 y 2009. Nótese cómo coinciden los puntos de altas TSM con los eventos de blanqueamiento de coral reportados (Cortés *et al.* 2010, Jiménez 2001) (esta coincidencia se muestra como puntos rojos en la figura II-5).



**Figura II-4. TSM promedio entre 1982 y 2009 en el Sitio Prioritario Gandoca.**

Derivado de datos de Pathfinder v5.



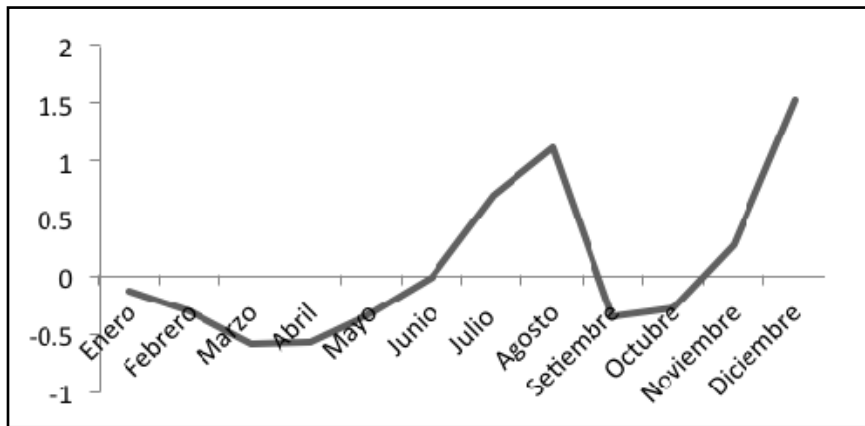
**Figura II-5. Anomalías de promedios anuales de Temperatura Superficial del Mar, 1982-2009, en el Sitio Prioritario Gandoca.**  
Derivado de datos de Pathfinder v5.





### II.4.3. Clorofila a

El fitoplancton (algas) tiene un papel preponderante en la fijación de carbono suelto en la atmósfera. Su presencia y distribución pueden determinar la distribución de la fauna marina y la existencia de ecosistemas (Dasgupta *et al.* 2009). La abundancia de fitoplancton en el mar, y por ende la productividad primaria se estima por medio de la concentración de clorofila a. En el SICCS entre los años 1998 y 2010, hubo una variabilidad relativamente baja en la concentración de clorofila a, con anomalías menores a los 0.2 mg/m<sup>3</sup> (Figura II-6). En esos mismos años, la concentración promedio de clorofila a fue baja: 1.01 mg/m<sup>3</sup> ± 0.03 mg/m<sup>3</sup> (SeaWiFS), sin embargo en los meses de julio, agosto y diciembre, la concentración de clorofila a fue más elevada (1 mg/m<sup>3</sup>) (Figura II-7). Espacialmente, se observa una mayor concentración de clorofila a hacia el límite norte del SICCS, coincidente con la desembocadura del Río Carbón (lo que podría indicar el aporte de altas concentraciones de nutrientes por parte del río).



**Figura II-6. Anomalías mensuales promedio en la concentración de clorofila a (1998-2010), en el Sitio Prioritario Gandoca.**

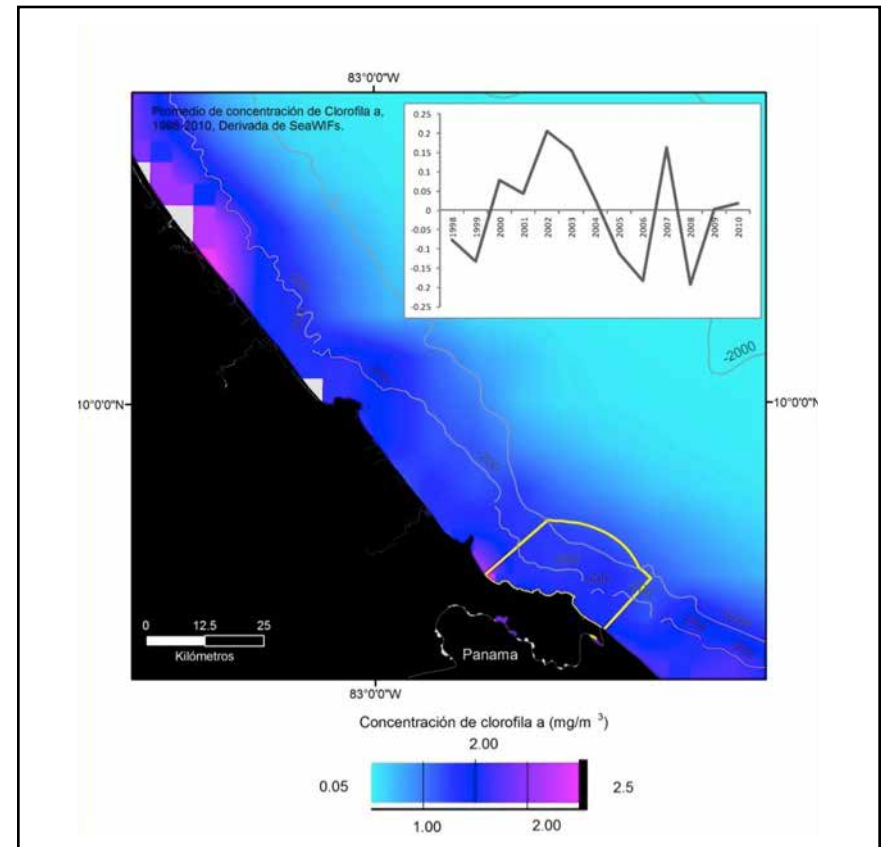
Derivado de datos de SeaWiFS.

### II.4.4. Nivel Superficial del Mar

Desde 1993, el nivel del mar ha aumentado globalmente a una tasa de ~3 mm/año. Sin embargo, en el SICCS entre 1992 y 2012 la tendencia de aumento en el nivel del mar es de 1.7mm/año (Figura II-8).

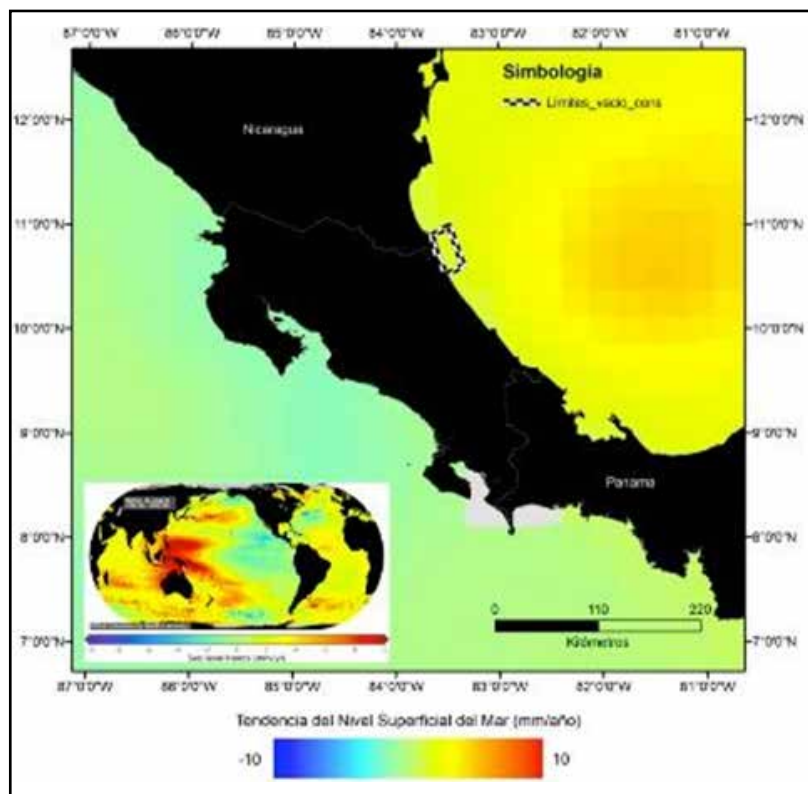
### II.4.5. Corrientes Superficiales

La principal corriente marina superficial que fluye a lo largo del Caribe de Costa Rica tiene una dirección Noroeste-Sureste (Figura II-9). Tiene una velocidad promedio de 0.6 ± 0.2m/s, con velocidades mínimas de 0.3m/s y máximas de 0.9m/s.

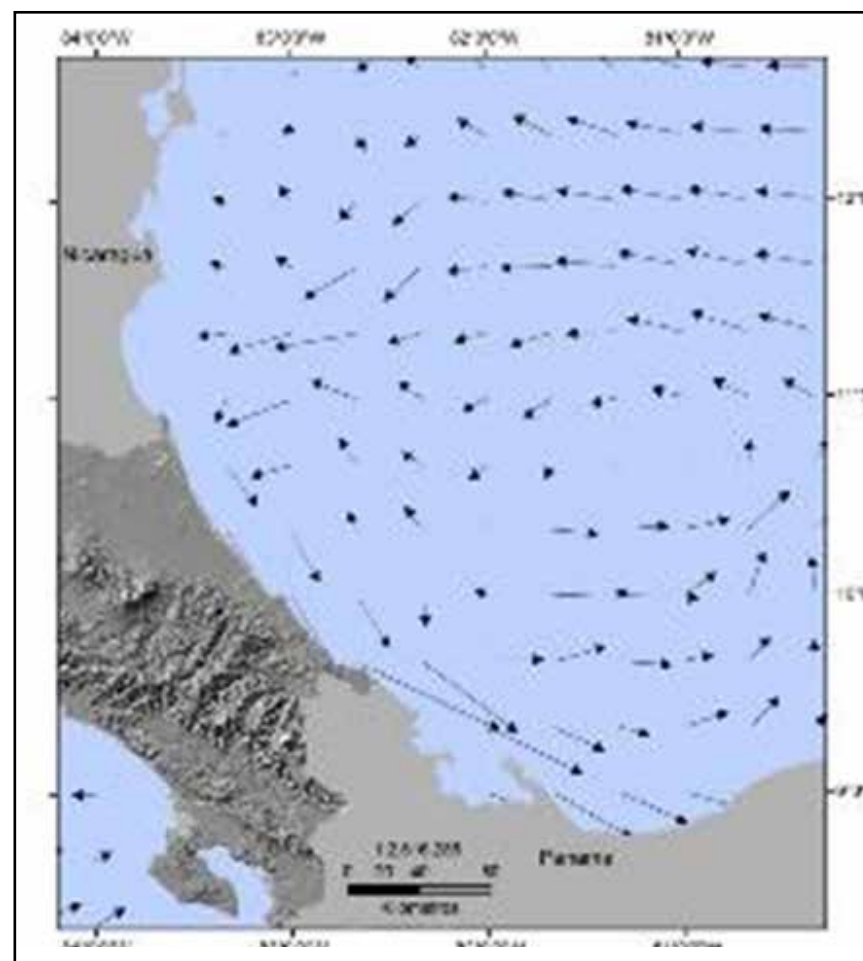


**Figura II-7. Concentración promedio de clorofila a (1998-2010), en el Sitio Prioritario Gandoca.**

Derivado de datos de SeaWiFS.



**Figura II-8. Tendencia de cambios en el nivel del mar para el Sitio Prioritario Gandoca (1992-2012).**  
 Obtenido de AVISO (precisión  $\pm 0.6\text{mm}$ , resolución espacial  $\sim 25\text{Km}$ ). Recuadro de NESDIS-NOAA.



**Figura II-9. Dirección de las corrientes marinas superficiales en el mar Caribe costarricense.**  
 Derivado de datos OSCAR (resolución espacial  $\sim 25\text{ Km}$ ).



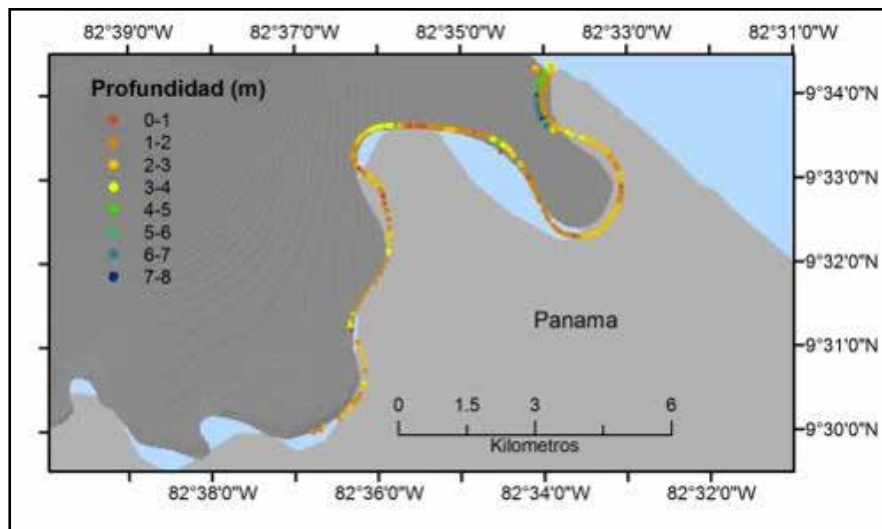
#### II.4.6. Batimetría del Río Sixaola

La cuenca del río Sixaola es la más importante del SICCS, con un área de  $2.283\text{km}^2$ , un caudal promedio de  $167,6\text{ m}^3/\text{seg}$  y una precipitación media de  $3.358\text{ mm/año}$  (Leal Rodríguez 2011). Hace 100.000 años, la desembocadura del río Sixaola no era la misma que conocemos hoy. Las



curvas batimétricas del río Sixaola indican una depresión a 1.5 km de la costa, presentando un cañón submarino que facilita la salida de arenas mar adentro. Aparentemente dicho cañón se formó hace 20.000 años y se relaciona con el viejo canal del río y sus valles, en tiempos en los que el nivel del mar era alrededor de 100 unidades más bajo (Denyer 1998).

Las profundidades del río en sus últimos 15 km, oscilan entre 1 y 3 metros, con altos niveles de sedimentación. Las profundidades son particularmente heterogéneas en el último kilómetro de su recorrido, donde el lado costarricense tiene profundidades de 4 a 8 metros mientras que el lado Panameño no supera un metro de profundidad. Esto se debe a que la sedimentación es volcada hacia la margen derecha del río (lado Panameño) (Figura II-10).

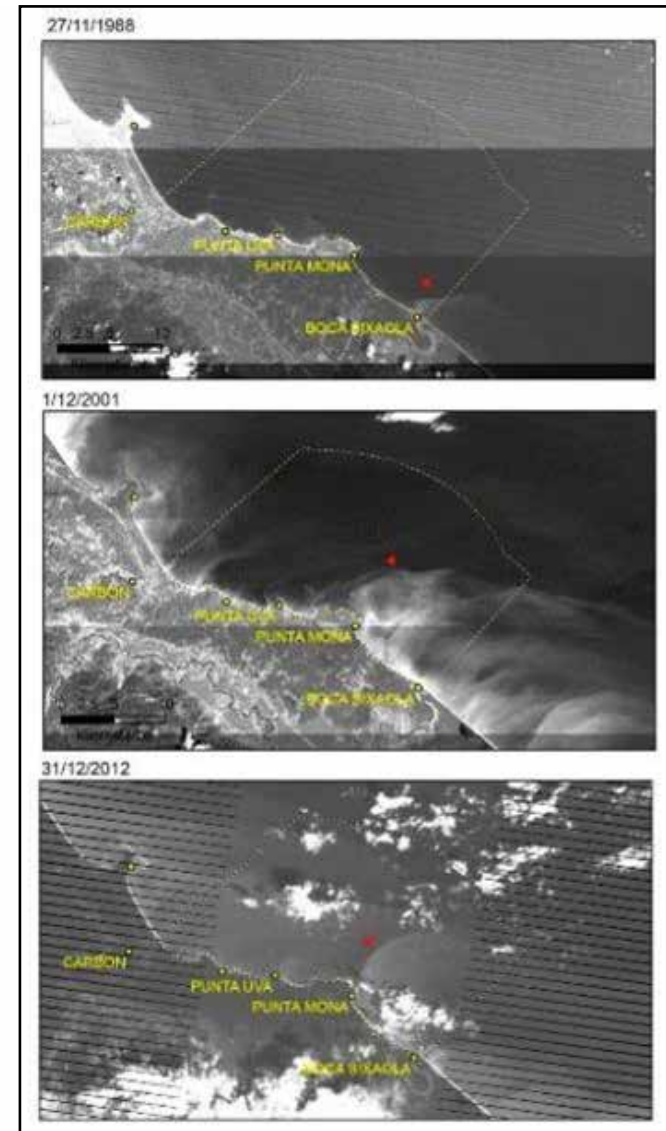


**Figura II-10. Batimetría de la desembocadura del río Sixaola.**  
Trichechus 2012.

#### II.4.7. Sedimentación

La pluma de sedimentos del río Sixaola se extiende a lo largo de varios kilómetros y alcanza una concentración máxima entre el río Sixaola y Punta Mona (Cortés *et al.* 1998). La extensión de esta pluma puede observarse claramente en imágenes satelitales Landsat. La Figura II-11 presenta imágenes de los años 1988, 2001 y 2012, en las que se

distingue claramente la pluma de sedimentos. La más extensa es la del año 2001, que se aleja casi 15km de la costa. Se recomienda realizar un monitoreo del comportamiento espacio-temporal de esta pluma, utilizando imágenes como las de MODIS.



**Figura II-11. Pluma de sedimentos del río Sixaola.**  
La flecha roja señala la pluma de sedimentos. Imágenes Landsat (1998, 2001 y 2012)

## III. ARRECIFES CORALINOS Y PASTOS MARINOS

### III.1. Arrecifes Coralinos

#### III.1.1. Introducción

Los arrecifes del Caribe de Costa Rica se caracterizan por su baja cobertura coralina con tasas de crecimiento menores que las del resto de los arrecifes del Caribe (Cortés y Risk 1985). El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita es el que se encuentra mejor desarrollado (Alvarado *et al.* 2006).

En el sector de Puerto Viejo, los arrecifes coralinos están en su mayoría muertos, presumiblemente debido a la sedimentación, la extracción y la contaminación por desechos sólidos. Por otro lado, entre 1983 y 2002, el arrecife de Punta Cócles aumentó su cobertura coralina (Cortés *et al.* 2010). Esto puede deberse a su aislamiento de las plumas de sedimento del río Sixaola y a la protección que le dan los vecinos de la zona (Fernández y Alvarado 2004).

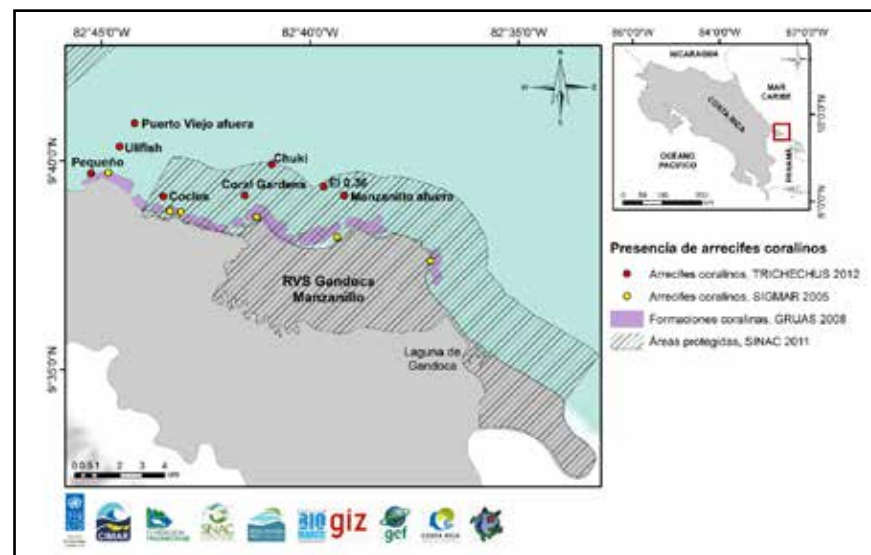
En el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo existen plataformas coralinas fósiles y arrecifes marginales con algunos parches de fanerógamas marinas y extensas comunidades de algas. Además, se indica la presencia del coral *Meandrina meandrites*, encontrada únicamente en el refugio y ausente en toda Centroamérica, excepto Panamá (Alvarado *et al.* 2006).

Entre Punta Uva y Punta Mona, la cobertura coralina es reducida aunque hay mayor diversidad de especies de arrecife y en general un buen estado de salud. En Manzanillo, a profundidades mayores que 25 m, el sustrato es dominado por octocorales, algunos corales como *Leptoseris cucullata* y esponjas como *Xetospongia* spp. (Cortés *et al.* 2010).

En la mayoría de los arrecifes del Caribe Sur de Costa Rica, el sustrato es dominado por macroalgas no coralinas (Fernández y Alvarado 2004, Fonseca *et al.* 2006, Cortés *et al.* 2010).

#### III.1.3. Métodos

Se realizaron muestreos en octubre 2012 en los arrecifes localizados desde Puerto Viejo hasta Manzanillo, y en las áreas de pastos marinos de Manzanillo y Punta Mona. Los sitios fueron elegidos tomando en cuenta los vacíos de conservación de GRUAS II (2005). En total se muestrearon ocho arrecifes coralinos y dos áreas de pastos marinos (Figura III-1). La profundidad de los arrecifes varió de 3.4 a 22 m con el fin de cubrir los estratos de los vacíos de investigación indicados por GRUAS II (2005). Como complemento se realizó un sondeo exploratorio de percepción local sobre los recursos marino-costeros.



**Figura III-1. Arrecifes coralinos en el Sitio Prioritario Gandoca.** Trichechus 2012, SIGMAR 2005 y GRUAS II 2008.



### III.1.4. Resultados

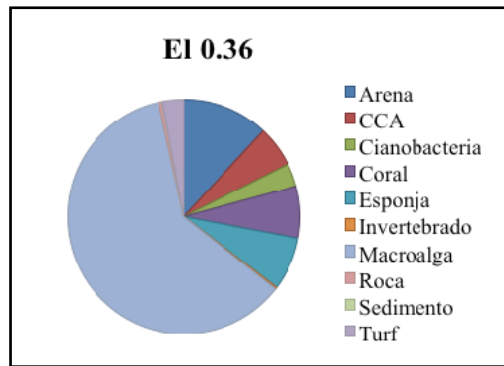
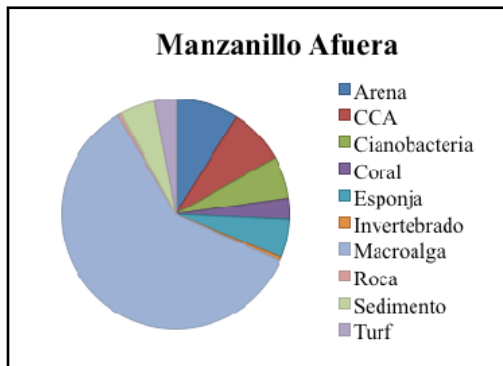
#### III.1.4.1. Arrecifes Coralinos

Todos los arrecifes están dominados por macroalgas (60 a 68%). Sólo en el sitio Chuki (Figura III-1), las macroalgas dominantes son de tipo coralinas, principalmente del género *Halimeda*. Chuki es en una piedra que sobresale del fondo, rodeada por un fondo arenoso cubierto de sedimento. Este tipo de estructura podría dificultar la acumulación de sedimento y por lo tanto permitir el crecimiento de otro tipo de organismos. En el resto de los sitios las macroalgas son de tipo no coralinas, en su mayoría *Sargassum* y *Dictyota*.

Se encontró más cobertura de coral en el sitio más somero. Esto puede deberse a que la elevada sedimentación obstaculiza la penetración de la luz. Además, el aumento en la cobertura de macroalgas (Cortés *et al.* 2010), dificulta el crecimiento y desarrollo de los corales, por lo que no es sólo la profundidad la que limita su crecimiento, sino también la composición bentónica.

En la mayoría de los arrecifes, el porcentaje de cobertura de esponjas fue mayor que la cobertura coralina (Figuras III-2, III-3 y III-4). En varios de los sitios profundos (como Chuki) los corales se limitan al poco sustrato rocoso existente y están abundantemente rodeados por esponjas como *Xetospongia* spp. En general, las esponjas poseen mayor tolerancia a la sedimentación que los corales y en muchos arrecifes del Caribe parece que empiezan a dominar (Ilan y Abelson 1995, Norstrom *et al.* 2009).

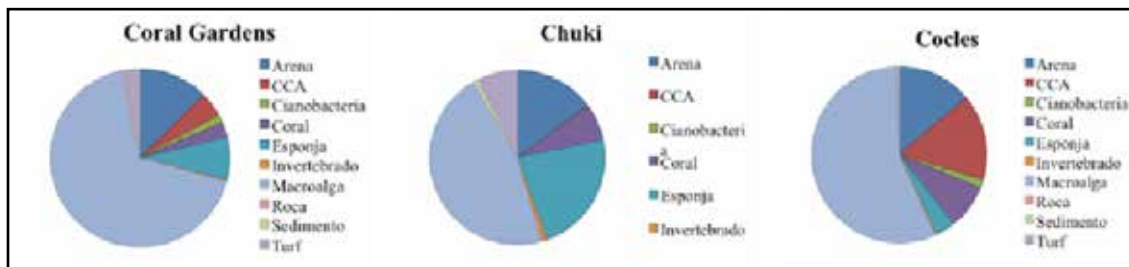




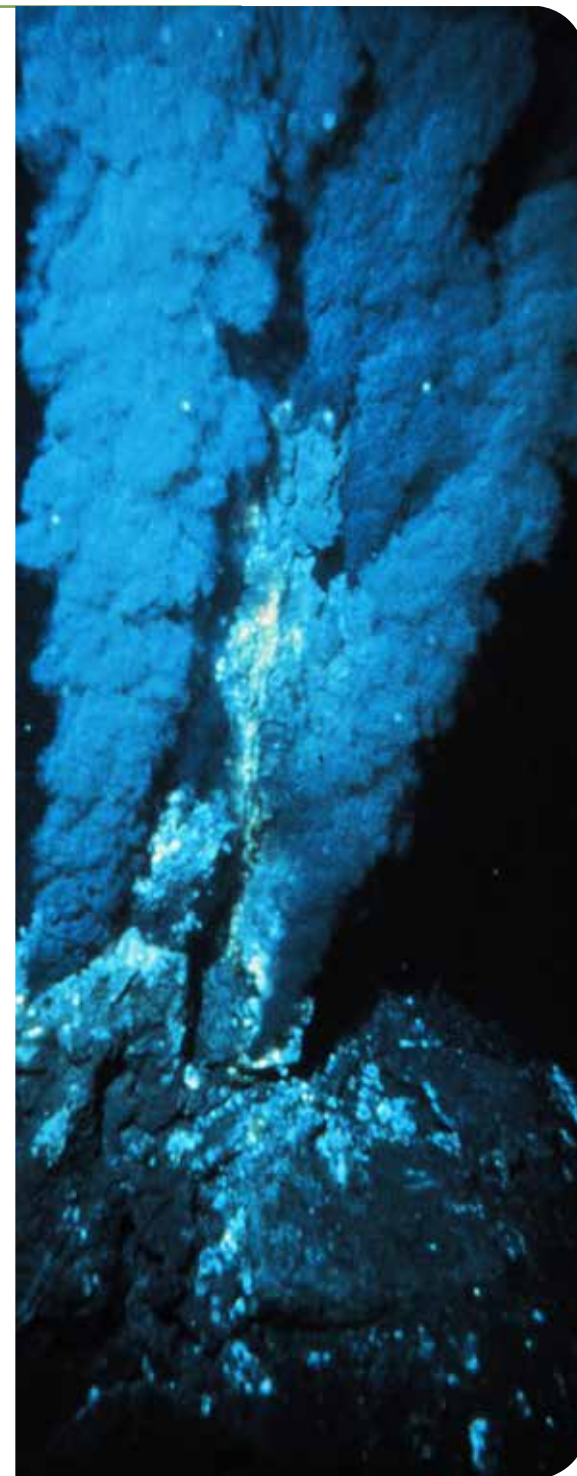
**Figura III-2. Estructura bentónica de arrecifes.**  
**Sector Manzanillo.**  
 CCA: algas coralinas costrosas. Turf: tapetes algales.  
 Trichechus 2012.



**Figura III-3. Estructura bentónica de arrecifes.**  
**Sector Puerto Viejo.**  
 CCA: algas coralinas costrosas. Turf: tapetes algales.  
 Trichechus 2012.



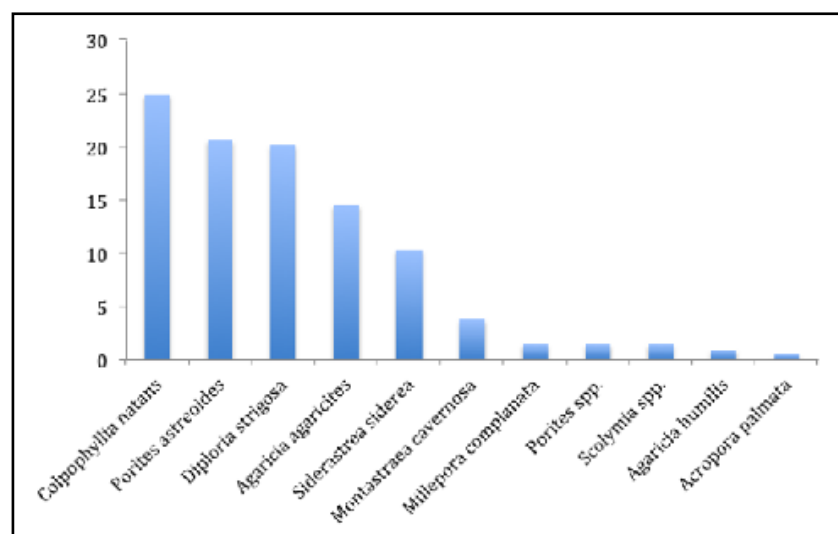
**Figura III-4. Estructura bentónica de arrecifes.**  
**Sector Punta Uva-Cocles.**  
 CCA: algas coralinas costrosas. Turf: tapetes algales.  
 Trichechus 2012.





El porcentaje de coral vivo en el Refugio Gandoca-Manzanillo es mucho más bajo que el de Cahuita. Los arrecifes del Refugio contienen muchas especies de corales pero su cobertura es baja. En los arrecifes profundos, lo anterior se atribuye a la sedimentación en los arrecifes someros, a la acción de las olas y a la competencia con esponjas, algas y octocoralios (Cortés 1992).

Los corales *Colpophyllia natans* y *Agaricia agaricites* parecen jugar un papel importante en la composición de especies de corales de la zona (Figura III-5). Estas especies no fueron observadas anteriormente, lo que puede deberse a que estos sitios no fueron muestreados o bien a o a un cambio en la composición específica en el tiempo.



**Figura III-5. Porcentaje de cobertura de especies de coral.**

Sectores: Manzanillo Afuera, El 0.36, Pequeño, Ulifish, Puerto Viejo Afuera, Coral Gardens, Chuki y Cocles. Trichechus 2012.

### III.1.4.3. Peces de arrecife

La cantidad de peces asociados a los corales es baja. Cortés (1992) asoció este bajo número, con la ausencia de refugios provenientes de hoyos y cuevas en estos arrecifes. Sin embargo, esta reducción se ha evidenciado en todo el Caribe en la última década y la razón no parece ser la morfología de los arrecifes (Paddack *et al.* 2009).

Para el sector de Manzanillo, las familias de peces arrecifales con mayor densidad fueron Pomacentridae (Damiselas) y Labridae (Señoritas o Viejas), especies de tamaño pequeño con poco valor comercial para los lugareños. Aunque, en algunos casos dado a su tamaño pequeño y su coloración llamativa son especies que se comercializan para acuarios (Grutter *et al.* 2003, Tissot y Hallacher 2003), en este estudio no registramos dicho uso (ver capítulo especies de interés comercial). Las familias de importancia comercial para consumo como Serranidae (Meros y Cabrillas), Carangidae (Jureles) y Haemulidae (Roncadores) presentan densidades muy bajas, lo que es consistente con el estudio a nivel de toda la cuenca del Caribe de Paddack *et al.* (2009).

En el sector de Puerto Viejo y Punta Uva-Cocles, los jureles (Familia Carangidae) presentaron la mayor densidad. Pero éstas son especies de paso, no estrictamente asociadas a arrecifes, en general observadas en cardúmenes.

Otras familias también abundantes, asociadas a los arrecifes, no presentan valor comercial comestible para la zona. Al igual que en el sector de Manzanillo, las especies de importancia comercial presentan densidades muy bajas (Figuras 6 y 7 en Anexo 3). Las tallas pequeñas junto con las bajas densidades, dejan al descubierto la sobreexplotación pesquera de la zona (Hawkins y Roberts 2004, Graham *et al.* 2005, Hawkins *et al.* 2007). La pesca de arrecife es artesanal, más conocida como “pesca hormiga”.

Hubo muy bajas densidades de peces Loros, que son considerados indicadores de salud de los arrecifes coralinos. Estos peces son herbívoros, ayudan a eliminar el exceso de algas aumentando la disponibilidad de sustrato duro para el asentamiento de corales (McClanahan y Arthur 2001, Hawkins y Roberts 2003). La sobreexplotación del pez Loro para consumo humano ha hecho que cada vez sea más escaso, lo que permite un mayor crecimiento de algas en el arrecife.



### III.1.5. Conclusiones y Recomendaciones

La principal amenaza de los arrecifes coralinos del Caribe Sur es la sedimentación, influyendo no sólo en la distribución de los arrecifes sino también en la morfología de las colonias de corales. En el este estudio se evidencia que los arrecifes más alejados de la costa (con profundidades mayores a los 8 m) poseen la menor cobertura coralina y que los sitios más costeros presentan más sedimentos suspendidos y en el fondo.

Los arrecifes del Caribe de Costa Rica están expuestos a condiciones adversas, como plumas de sedimentos y oleaje fuerte. Estas condiciones, muy distintas del resto de los países de esta región, pueden explicar la baja cobertura coralina y la morfología de las colonias.

La dominancia de macroalgas en todos los sitios es un indicador de exceso de nutrientes y escasez de herbívoros en los arrecifes (como los peces Loro). Bajo estas condiciones las larvas de los corales no pueden asentarse y crecer. El exceso de nutrientes puede deberse a un mal manejo de las aguas residuales de la zona y a las malas prácticas agrícolas que producen erosión y sedimentos.

Los arrecifes muestreados presentan una baja densidad de peces de importancia comercial. La sobrepesca y la presencia del Pez León pueden ser las principales razones de este déficit.

Se recomienda:

- Incrementar la protección y restauración de los bosques riverinos, manglares, pastos marinos.
- Implemetar el tratamiento de las aguas residuales de las viviendas y comercios en a línea de costa.
- Mejorar prácticas agrícolas, específicamente en cuanto al manejo de suelos y uso de agroquímicos.
- Monitorear toda el área del Caribe Sur, dentro y fuera de ASP, ya sea con monitoreos exhaustivos como AGRRRA y CARICOMP (2002), o con monitoreos que involucren voluntarios de la comunidad como Reef Check y REEF.
- Regular y controlar las tallas de pesca de especies comerciales.

- Controlar el Pez León.
- Fortalecer las prácticas de tour operadores.
- Trabajar en sensibilización de comunidades costeras acerca de las amenazas sobre los arrecifes coralinos, por medio de programas de voluntarios como REEF y Reef Check.
- Prohibir la extracción de especies “clave” para los arrecifes coralinos tales como el pez Loro y el erizo *Diadema antillarum*, especialmente ante la presencia de exceso de macroalgas.
- Capacitar a propietarios de tiendas de artesanía en compras responsables y sostenibles.
- Reforzar el control sobre la extracción y comercialización de corales, conchas, y otros organismos marinos.



## III.2. Pastos Marinos

### III.2.1. Introducción

Los pastos marinos son plantas con flor que tienen altos requerimientos lumínicos, por ende están adaptadas a los ambientes marinos poco profundos (menos de 30 m de profundidad). El 75 % de los pastos marinos tienen flores masculinas y femeninas en plantas separadas, tienen algas que viven sobre sus hojas (450 especies) y crecen en la vecindad de los ambientes coralinos y manglares (Nielsen-Muñoz 2006).

En el Caribe se han identificado tres localidades con presencia de pastos marinos: Cahuita, Manzanillo y Punta Mona, donde se han reportado cuatro especies: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halophila decipiens* y *Halodule wrightii*, mientras que en el Pacífico se encuentran únicamente dos: *Halophila bailionii* y *Ruppia marítima*. Estos ecosistemas tienen una compleja estructura física y una alta productividad que permiten el mantenimiento de una biomasa considerable y diversidad de especies asociadas (Nielsen-Muñoz 2006).

*T. testudinum* crece exclusivamente en sustratos arenosos. Al estar sobre sedimentos suaves y profundos, requiere menos inversión de energía en la producción de raíces y rizomas, por lo que produce mayor biomasa (Paynter *et al.* 2001). *T. testudinum* y *S. filiforme* forman las camas de pastos más extensas en el Caribe (Wehrtmann y Cortés 2009) y predominan en las áreas superficiales más protegidas de las corrientes fuertes (Cortés y Jiménez 2003, Díaz 2005).

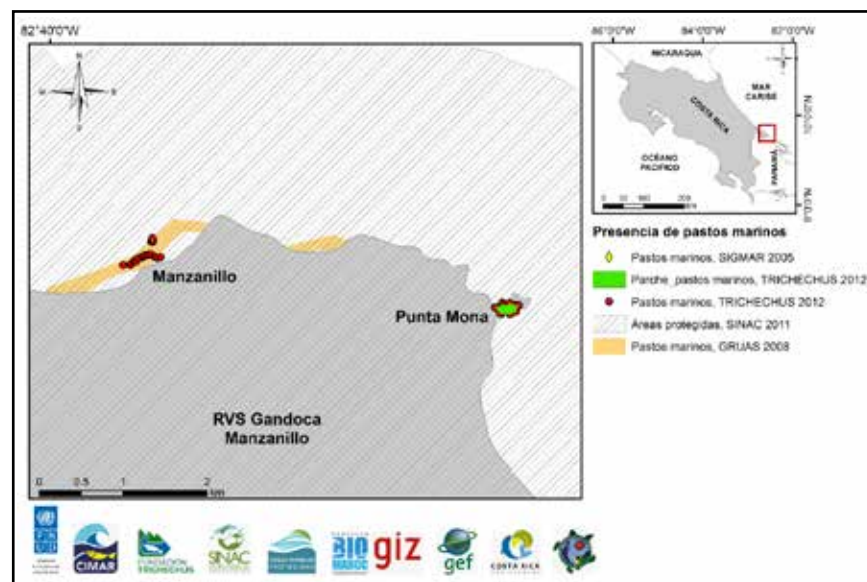
### III.2.2. Métodos

Se realizaron muestreos en sitios referidos por pobladores locales: Manzanillo y Punta Mona. Los pastos marinos se georeferenciaron y se realizó una estimación visual de su densidad. Como complemento se realizó un sondeo exploratorio de percepción local sobre los recursos marino-costeros.

### III.2.3. Resultados

Los pastos marinos de la zona se concentran principalmente en Manzanillo y Punta Mona, fuera del SICCS (Figura III-6) y las especies presentes son *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. En Manzanillo, los pastos se distribuyen en parches de las dos especies mezcladas, separados entre sí por áreas arenosas y rocosas. En cada parche se encontró el alga *Caulerpa sertularioides* y algunas capas de cianobacterias. La densidad de cada parche es media-baja y baja (Figuras III-7 y III-8). En Punta Mona, los pastos son más densos formando un parche más compacto de un área aproximada de 0.02 ha (200m<sup>2</sup>) y otro muy pequeño de 5.5m<sup>2</sup> (Figura III-9).

En Puerto Viejo, frente a Stanford, se identificó un tercer parche (no reportado por pobladores locales) que no fue incluido en la toma de datos. Estos pastos marinos están acompañados de diversas especies de algas, algunas de las cuales son indicadoras de materia orgánica en el agua.



**Figura III-6. Ubicación de los pastos marinos en el Sector Manzanillo-Punta Mona.**

Trichechus 2012.

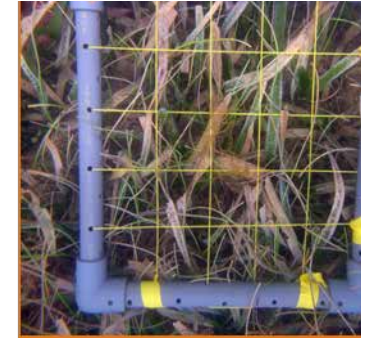
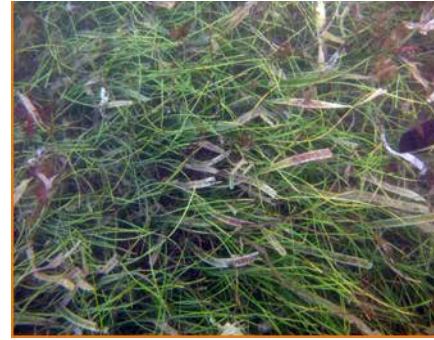




**Figura III-7. Mezcla de pastos marinos en el Sector Manzanillo.**  
*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* con *Caulerpa sertularioides* y cianobacterias.  
 Trichechus 2012.



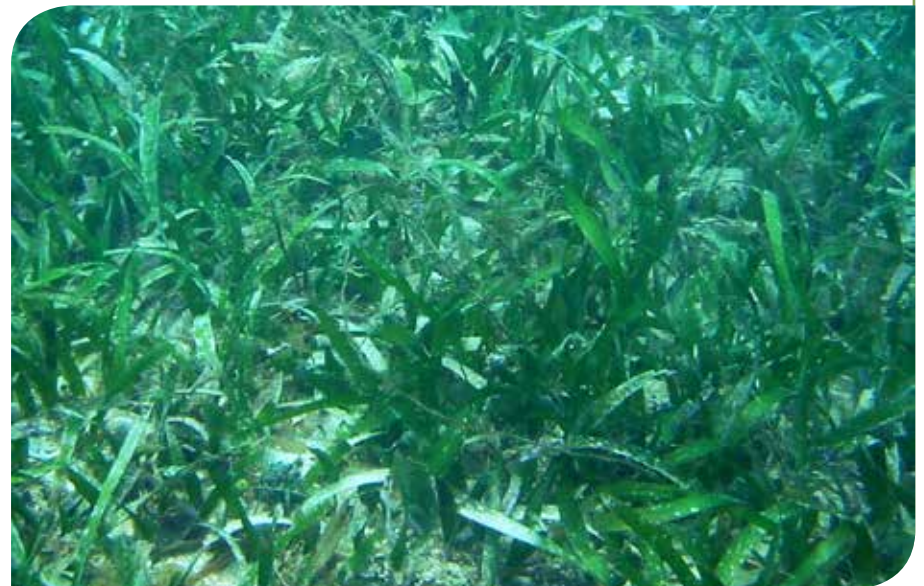
**Figura III-8. Densidad de pastos marinos en el Sector Manzanillo**  
*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*  
 Trichechus 2012.



**Figura III-9. Densidad de pastos marinos en el Sector Punta Mona.**  
*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*  
 Trichechus 2012.

### III.2.5. Conclusiones y Recomendaciones

En general y sobre todo a nivel regional, los pastos marinos han sido menospreciados y su distribución esta pobremente documentada. Como resultado, los pastos marinos raramente son incorporados específicamente en los planes de manejo costero.





Manzanillo y Punta Mona son sitios de suma importancia por la presencia combinada de arrecifes y pastos marinos. Estos últimos albergan gran diversidad de organismos y retienen gran cantidad de sedimentos.

Se debe generar información sobre los aspectos básicos de la biología, historia natural y ecología de las especies que componen los pastos marinos del Caribe de Costa Rica, de gran valor para una comunidad que depende directa o indirectamente del ecoturismo y la pesca.

Determinar su presencia, distribución y estado de conservación a lo largo de la costa Caribe.

Establecer y fortalecer planes de monitoreo que se extiendan hasta el RNVS-GM, analizando las fluctuaciones, densidad y biomasa a través del año y con el paso del tiempo.

En este estudio se ha evidenciado que se practica la pesca en zonas de pastos marinos, por lo que se recomienda atender este tema y tomar las medidas del caso a través de control, capacitación de pescadores, generar alternativas, entre otras.

Independientemente de las investigaciones y medidas de gestión específicas para pastos marinos, es relevante atender el problema de la sedimentación debida a la deforestación y la contaminación por pesticidas y fertilizantes de las plantaciones aledañas al SICCS.

## IV. REGIONES INTERMAREALES

### IV.1. Introducción

Costa Rica tiene gran cantidad de playas de tipo arenoso, rocoso y fangoso distribuidas a lo largo de sus 1200 Km de costa. La zona intermareal es la que va desde la línea de marea baja hasta la línea de marea alta (Quesada-Alpízar 2006) y, en ambientes tropicales se encuentra entre las más expuestas a pérdida de biodiversidad tanto por causas naturales como antropogénicas (UNEP 2006).

Los organismos que habitan el fondo de los océanos se conocen como el bentos. Se estima que aproximadamente el 98% de todas las especies conocidas que habitan los océanos son bénticas. Su productividad se relaciona con la productividad fotosintética de las aguas superficiales cercanas (Levington 1995, Thurman y Trujillo 1999).

#### IV.1.1. Playas

Las playas rocosas se caracterizan por organismos que habitan en su superficie (epifauna) y que se encuentran ya sea permanentemente pegados al sustrato (e.g., algas) u organismos que se mueven sobre el sustrato (e.g., cangrejos). La biodiversidad de las zonas rocosas

es mediana si se compara con ambientes bénticos. Las lagunas que se forman en la zona intermareal son ricas en especies de algas, equinodermos y otros invertebrados como gusanos, anémonas y cirripedios (Levington 1995, Thurman y Trujillo 1999).

Las playas cubiertas por sedimentos son playas arenosas (e.g., Caribe sur), donde la energía de las olas es usualmente moderada. En general y al igual que en playas rocosas, la mayor biomasa y número de organismos se observa cerca de la línea de marea baja y ambas disminuyen hacia la línea de marea alta. Las playas arenosas tienen menor diversidad que las rocosas, la vida está en su mayor parte oculta debajo de la arena y es mucho menos obvia que en otros ambientes (Levington 1995, Thurman y Trujillo 1999).

Los organismos más comunes son los filtradores como almejas y algunos poliquetos, los detritívoros como pepinos de mar, algunos poliquetos y cangrejos y los carnívoros (Quesada-Alpízar 2006). Estos organismos, como es de esperar, son altamente susceptibles al daño mecánico producido por el paso de vehículos y animales en la playa (Levington 1995, Thurman y Trujillo 1999).

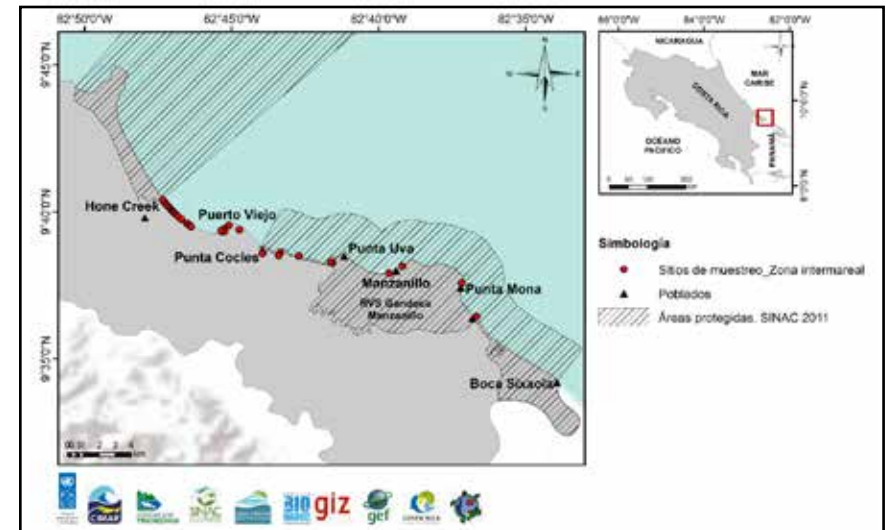
El RNVS-GM tiene extensas playas arenosas compuestas de material mineral (magnetita) y carbonatos (fragmentos de coral, conchas, foraminíferos y material fósil). En estas playas anidan tortugas marinas como la baula (*Dermodochelys coriacea*) y la verde (*Chelonia mydas*), en particular en las playas que se encuentran entre Punta Mona y el Río Sixaola (Cortés 1991).

Las playas fangosas, con sus sedimentos finos y suaves están habitadas por cangrejos, nemátodos, poliquetos, moluscos y crustáceos. Este tipo de playa juega un papel importante dentro de los sistemas marinos estimándose que la producción primaria de las microalgas en dichos sistemas podría exceder la de los bosques de manglar. Las playas fangosas son importantes para sus ecosistemas marinos contiguos, ya que aseguran la supervivencia de muchas especies (Vargas 1996).



## IV.2. Métodos

Para conocer en detalle las investigaciones sobre regiones intermareales ver Anexo 4. Se tomaron muestras desde la desembocadura del río Carbón hasta la desembocadura del río Sixaola, en 15 sitios de la región intermareal (Figura IV-1). Se incluyeron playas arenosas y rocosas, bocas de esteros, boca de la laguna de Gandoca y desembocadura de los ríos Carbón y Sixaola. Como complemento se realizó un sondeo exploratorio de percepción local sobre los recursos marino-costeros.



**Figura IV-1. Sitios de muestreo de la zona intermareal en el Sitio Prioritario Gandoca.**

Trichechus 2012.

## IV.3. Resultados

Los grupos faunísticos encontrados en el SICCS corresponden a macroinvertebrados bénticos usualmente abundantes en regiones intermareales y salobres. Algunos de los organismos viven en ambientes con poco oxígeno y abundante materia orgánica en descomposición, lo que los convierte en posibles indicadores de aguas mesoeutróficas con niveles intermedios de nutrientes.

Solamente en Standford (Puerto Viejo), se encontraron organismos de zonas con alta diversidad y riqueza específicas (Dean 2009) (Gráfico IV-1 y Figura IV-2a).

En Playa Negra, cerca del sur del Parque Nacional Cahuita (Figuras IV-1 y IV-2b) hay alta abundancia de organismos indicadores de ambientes con poco oxígeno. Es necesario analizar la calidad del agua así como verificar si se realizan descargas de aguas grises al río, para saber si el ambiente anóxico se debe a la contaminación o simplemente al cierre de la bocana y estancamiento de las aguas.

En Playa Negra y Cocles (Figura IV-1 y Gráfico IV-1), se observa diversidad de grupos faunísticos, sugiriendo comunidades bénticas saludables, por ende un buen estado del ecosistema intermareal.

Los aumentos en la contaminación costera, disminuyen la diversidad de comunidades de especies (Dean 2009). En la entrada a Puerto Viejo (Figuras IV-1 y IV-2c) se encontró baja diversidad, lo que puede ser resultado de la contaminación por desechos sólidos y efluentes de aguas negras. Durante el muestreo había basura en las zonas cercanas a la costa y se distinguía claramente la presencia de efluentes de aguas residuales hacia el mar.

En el sitio llamado Stanford (Figura IV-1 y Gráfico IV-1), hay gran riqueza y diversidad de fauna intermareal, a pesar de tener alta concurrencia turística y negocios en la costa. También se encuentra en este sitio un parche de pastos marinos sugiriendo que los ecosistemas marino-costeros de Stanford son saludables. Sin embargo, estos pastos marinos están acompañados de diversas especies de algas, algunas de las cuales son indicadores de materia orgánica en el agua. Podría ser que los pastos marinos estuvieran propiciando la diversidad de fauna intermareal y contrarresten la presencia de materia orgánica en el agua. En la desembocadura del Río Sixaola (Figuras IV-1 y IV-2d; Gráfico IV-1), hay baja diversidad de invertebrados, ya que la salinidad baja (debida al aporte de agua dulce) y la fuerte turbulencia impiden su colonización y establecimiento (Metzeling 1993).

La zona entre la desembocadura del Río Sixaola y Gandoca (Figuras IV-1 y IV-2e; Gráfico IV-1), tiene baja abundancia y diversidad de fauna

intermareal, lo que es acorde con el fuerte oleaje de la zona que imposibilita el establecimiento de las larvas (Abelson & Denny 1997).

En las playas y esteros de Mile Creek y de Manzanillo (Figuras IV-1 y IV-2e-f; Gráfico IV-1), hay baja diversidad de fauna intermareal posiblemente debido a la presencia de contaminantes provenientes de aguas negras.

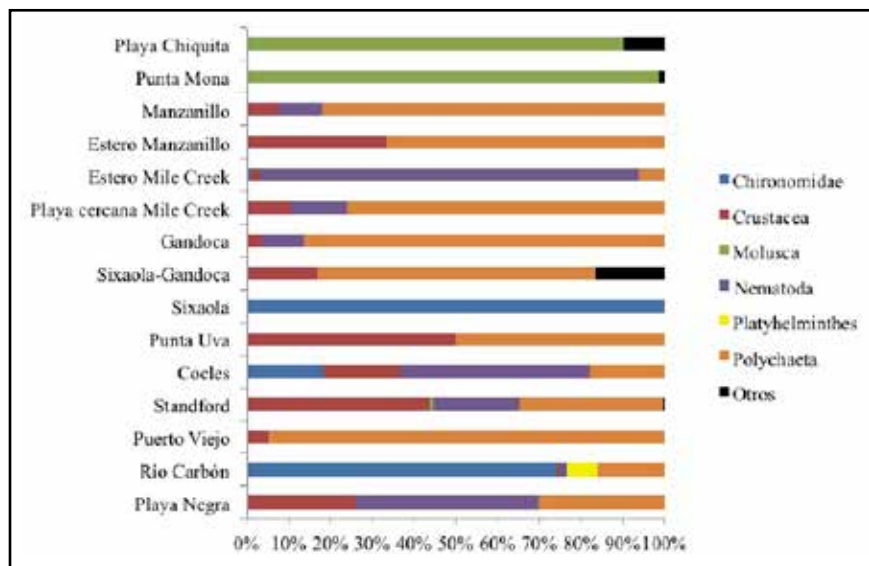


**Figura IV-2. Sitios de muestreo intermareal.**

a. Stanford, b. Playa Negra; c. Puerto Viejo; d. desembocadura río Sixaola; e. playa intermedia entre Sixaola y Gandoca; f. estero Mile Creek en Manzanillo. Caribe Sur.

Trichechus 2012.





**Gráfico IV-1. Grupos faunísticos de invertebrados encontrados en el Sitio Prioritario Gandoca.**

Trichechus 2012.

#### IV.4. Conclusiones y Recomendaciones

Se reconoce la zona de Stanford como la más diversa, tanto en abundancia como en riqueza de especies. Asumimos que esta diversidad está sostenida por los pastos marinos, por lo que se recomienda proteger este ecosistema así como informar y sensibilizar a los operadores turísticos al respecto.

Es relevante realizar muestreos en donde se observen las variaciones temporales de las comunidades de organismos, que permitan ver tendencias a través del tiempo, esto junto con análisis físico-químicos que determinen la calidad y condición del agua, acompañados de un relevamiento de los vertederos de aguas residuales en cuerpos de agua y del estado de los tanques sépticos y su filtración hacia aguas subterráneas.

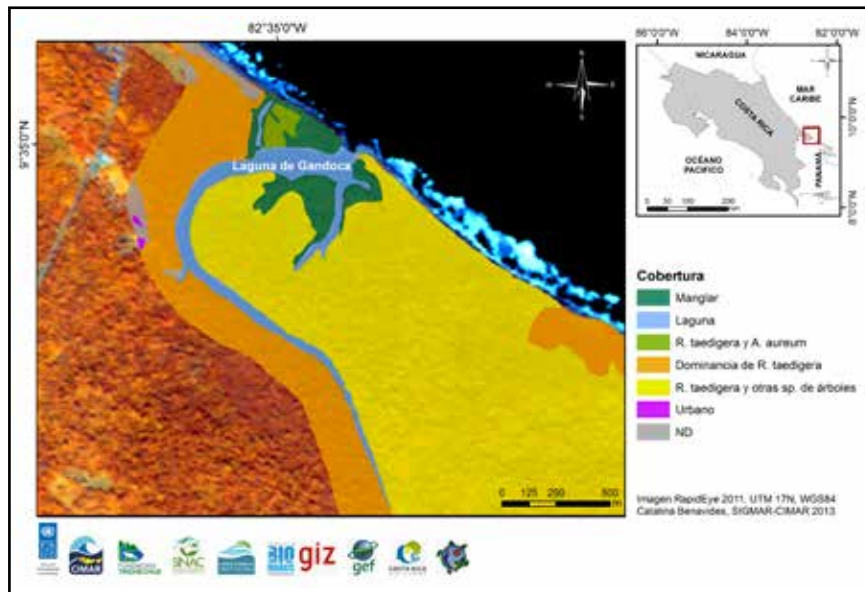
Al tratar de manejar los ambientes de playa, es importante considerar aspectos como la protección de especies y de hábitats, la protección contra la erosión, el control de visitantes y su seguridad, las facilidades e interpretación a visitantes y los límites de la playa.

Las playas en general, son uno de los ambientes marinos que menos atención han recibido en Costa Rica. Sin embargo, es de sobra conocido que son ambientes frágiles y de gran importancia para los ecosistemas marinos debido a su diversidad, productividad y a que representan la zona de transición entre los ambientes marinos y terrestres. Se recomienda mejorar los programas de limpieza de playas, evitar su contaminación y prohibir i) el tránsito de vehículos sobre la playa, ii) la extracción de materiales y iii) la construcción de infraestructura dentro de la zona pública (Quesada-Alpizar 2006).



### V.1. Laguna de Gandoca

La laguna de Gandoca es la laguna más extensa de la costa Caribe sur de Costa Rica (Coll *et al.* 2001) (Figuras V-1 y V-3a). Básicamente corresponde a un estuario formado a partir de un meandro del río Gandoca, cuya circulación de agua obedece a la marea, el flujo de dicho río, la corriente marina, el viento y la topografía, además de masas de agua externas como las introducidas por el río Sixaola y su contracorriente (Chacón y McLarney 1992). Esta laguna se puede abrir o cerrar al Caribe por barras de arena y, el intercambio entre la laguna y el océano depende de la precipitación y la escorrentía, siendo mayor la salida de agua dulce que la entrada de agua salada (Fonseca *et al.* 2007).



**Figura V-1. Laguna de Gandoca y tipos de cobertura.**

Procesamiento de imagen satelital RapidEye (2011).

Esta laguna tiene forma de herradura, es de baja altitud, turbia y con baja concentración de  $O_2$ . Su parte superior más cálida (epilimnion)

tiene una conductividad de  $266 \mu S \text{ cm}^{-1}$ , lo que es típico de lagos de baja altitud, pero su hipolimnion (capa inferior más fría) está compuesto mayormente por agua de mar con una conductividad de  $41.100 \mu S \text{ cm}^{-1}$  y en consecuencia, su estratificación es muy estable (aproximadamente  $1000 \text{ g-cm cm}^{-2}$ ). Esta estabilidad, asociada a una mínima exposición al viento puede hacer que las aguas de las capas profundas no se mezclen con las capas superficiales (meromófico) (Haberyan *et al.* 2003).

Como existen pocos datos sobre esta laguna, brindamos los de una única investigación con el fin de dar una idea general de su temperatura, salinidad, contenido de oxígeno y onda mareal.

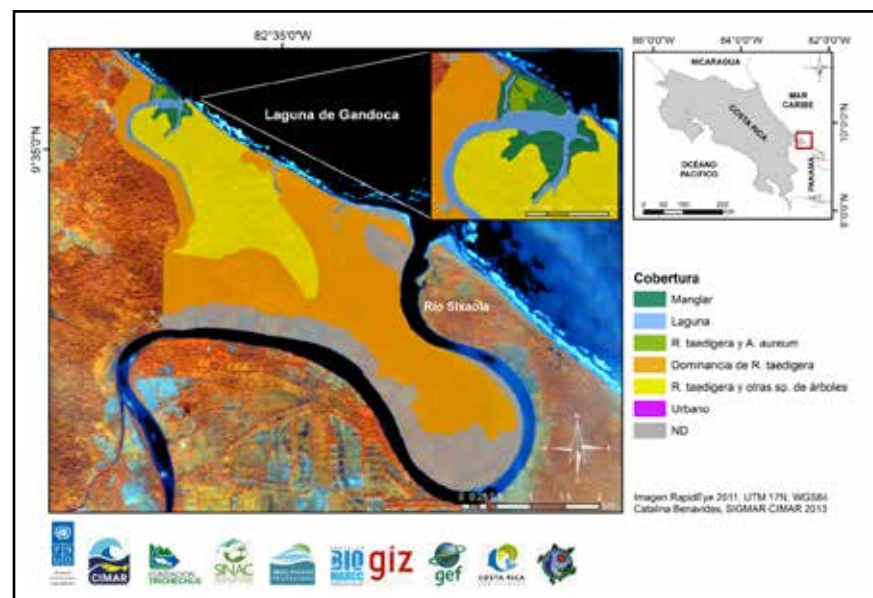
En el año 2007 el área total entre la laguna y la vegetación circundante era de 266 ha; la temperatura máxima se registró en el mes de setiembre ( $32^\circ\text{C}$ ) y la mínima durante diciembre ( $25.5^\circ\text{C}$ ); las mayores salinidades en octubre y las menores salinidades en julio y diciembre. Entre setiembre y noviembre la influencia de la onda mareal se extendió hasta media laguna con salinidades de 20 ppm mientras que en la parte más interna no excedió a 5ppm. Los valores más altos de contenido de oxígeno se observaron entre setiembre y noviembre, cuando el aporte de agua dulce proveniente de las escorrentías fue mínimo (Fonseca *et al.* 2007). Al parecer las características espacio-temporales del campo salino tienen una influencia directa en la composición y distribución de la ictiofauna que habita en la laguna (Benavides y Brenes 2010). Es un hábitat clave para varias especies de agua dulce como cangrejos, algas, esponjas y ascídeas. Los peces de valor comercial más importantes son: róbalo (*Centropomus pectinatus*), mojarra española (*Eucinostomus gula*), jurel blanco (*Caranx latus*) y corvinilla (*Stellifer colonensis*) (Benavides y Brenes 2010). Además es uno de los sitios principales de crianza del sábalo (*Megalops atlanticus*), es refugio del manatí (*Trichechus manatus*) y tiene el único banco natural de la ostra de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) en el Caribe de Costa Rica (Fonseca *et al.* 2007).

En las inmediaciones de la laguna de Gandoca se encuentra la comunidad de Gandoca, cuyas actividades económicas principales son el turismo, la agricultura y ganadería de subsistencia y el trabajo



en las fincas bananeras del Valle Sixaola (Coll *et al.* 2004, Benavides y Brenes 2010). En estas últimas se aplica clorpirifós como insecticida y tiabendazol e imazalil como fungicida sistémico (Coll *et al.* 2004). Cuando el régimen de lluvias es elevado, la laguna se nutre del agua de escorrentía del Valle Sixaola. Es en estos momentos cuando los cauces de los canales de drenaje de las fincas bananeras del Valle se desbordan y alcanzan el río Gandoca, pudiéndose producir una introducción de pesticidas en la laguna. Sin embargo, en el año 2004 no hubo evidencias de pesticidas organoclorados ni organofosforados en las aguas de la laguna. Esta ausencia pudo deberse a que: 1) los pesticidas no llegaron a la laguna o 2) si lo hicieron, fueron lavados por las fuertes lluvias (Coll *et al.* 2004).

La laguna de Gandoca está rodeada por un manglar, categorizado como humedal RAMSAR (Figura V-2). Es el manglar más grande, más desarrollado y en mejor estado del Caribe y representa el último sitio de la costa Caribe de Costa Rica con una asociación de manglar y una transición manglar-bosque tropical lluvioso relativamente en buen estado (Fonseca *et al.* 2007, Coll *et al.* 2001). El uso de la tierra en áreas adyacentes incluye el turismo, plantaciones de banano y silvicultura (Fonseca *et al.* 2007).



**Figura V-2. Manglar de Gandoca y tipos de cobertura.**  
Procesamiento de imagen satelital RapidEye (2011).

En el manglar de Gandoca hay gran diversidad de cangrejos, algas, esponjas y ascidias típicas de manglares. El nivel del agua puede alcanzar hasta 33 cm sobre el suelo y la salinidad promedio unos 7 ppm, lo cual es relativamente bajo y podría explicar la elevada altura de los árboles ( $12.3 \pm 3.0$  m) (Coll *et al.* 2001).

La especie dominante es el mangle rojo *Rhizophora mangle* (Figura V-3), con *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erecta* (botoncillo) también presentes, representados por árboles de gran tamaño (Figura V-3). En el suelo del manglar se mantienen algunas poblaciones de *Hymenocallis littoralis*, el bejuco *Rhabadenia biflora* y la orquídea *Brassalova nodosa*. Además, en la laguna y sus alrededores abundan las lianas (más de 25 especies) (Fonseca *et al.* 2007, Coll *et al.* 2001).

En el manglar de Gandoca se ha observado que la mayor producción de hojarasca (Ammour *et al.* 1999) y el pico de producción de flores se registran en julio (Fonseca *et al.* 2007). Los valores de carbono y biomasa del manglar de Gandoca superan las reservas reportadas para algunos bosques secundarios de Costa Rica reportándose  $330.27 \pm 29.01$  Mg/ha de biomasa y  $153.25 \pm 85.13$  Mg/ha de carbono. La especie que más biomasa aporta es *R. mangle* con casi el 80%, seguida por *L. racemosa*, con el 20% (Manrow-Villalobos y Vilchez-Alvarado 2012).

Este manglar no tiene la zonificación típica de los manglares de la región Caribe en los que se encuentra a *R. mangle*, seguido de *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus*. En este caso no existe la franja de *A. germinans*. La ausencia de una franja definida de esta especie puede relacionarse con fenómenos de competencia entre las diferentes especies de mangle y con posibles cambios en el nivel del agua y la salinidad (Coll *et al.* 2001).

En la periferia del manglar hay dos formaciones vegetales comunes en toda la laguna. En la zona contigua a la vegetación de manglar, se encuentra el palmar pantanoso, anegado y dominado por *Raphia taedigera*. En los márgenes del espejo de agua de la laguna, se sitúa una asociación de palma con helecho de manglar (*Acrostichum aureum* y *A. danaefolium*) (Figura V-3). En menor proporción, en los márgenes de la laguna también se encuentra *Monstera tenuis* (mano de tigre), gran cantidad de bejucos como *Allamanda canthartica*, *Rhabadenia biflora*, *Lonchocarpus glabrescens* y abundantes lirios de agua como *Eichornia crassipes* y pastos (Coll *et al.* 2001).



Bajo el dosel de la palma crece una serie de arbustos y hierbas de forma aislada dentro de los que destacan *Montrichardia arborescens*, *Cyclanthus bipartitus* y *Carludovica palmata*. También se observan parches de *Spathiphyllum friedrichstalli* (cala) y *Dieffembachia* sp. (sainillo) en algunos sitios (Coll et al. 2001).

Alejándose del espejo de agua, *R. taedigera* (Figura V-3) se mezcla con el bosque tropical, en una asociación vegetal de transición entre los palmares pantanosos y el bosque húmedo tropical, denominada palmar mixto. Éste presenta un sustrato más firme que el del palmar pantanoso y en algunos casos, tiene mayor elevación. Los árboles encontrados en el palmar mixto sobresalen del dosel formado por *R. taedigera* aproximadamente a 10 m de altura y algunos llegan hasta 30 m (Coll et al. 2001).

Las especies de árboles más conspicuas son *Dolbergia brownei* (varilla negra), *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Camposperma panamensis* (árbol de orej), *Prioria copaifera* (cativo), *Pentaclethra macroloba* (gavilán), *Symphonia globulifera* (cerillo), *Spondias radkolferi* (jobo), *Tabebuia rosea* (roble de sabana), *Sapium glandulosum* (yos), *Grias cauliflora* (tabacón), *Calophyllum brasiliensis* (cedro maría), *Carapa guianensis* (caobilla), *Ficus bullenoi* (higuerón), *Pterocarpus affinalis* (sangrillo), *Ocotea austinii* (aguacatillo) y *Luehea seemannii* (guácimo colorado) (Coll et al. 2001) (Figura V-3).

Entre los años 1976 y - 2005, el manglar triplicó su superficie, pasando de 4.1 has en 1976 a 12.5 has en 2000 y 13.34 has en 2005. La expansión se dio tierra adentro y hacia la laguna, expansión mediante la cual la vegetación de manglar ha ido sustituyendo a la vegetación que lo rodea, el palmar pantanoso y la asociación *R. taedigera* con *A. aureum* y *A. danaefolium* (Coll et al. 2001; Manrow-Villalobos y Vilchez-Alvarado 2012).

El terremoto de Limón de 1991 pudo contribuir con el crecimiento del manglar. Cuando se produjo el terremoto, la mayoría de la costa se levantó alrededor de 0.5 m, los materiales de relleno de la zona de la laguna se compactaron y esta área se hundió. Un hundimiento del área de la laguna equivaldría a un aumento en el nivel del mar, y esto podría haber estimulado la expansión de los manglares. Los recuerdos de los habitantes de la comunidad de Gandoca refuerzan la teoría del

hundimiento de la zona de la laguna y abogan a favor de esta hipótesis. Según ésta la expansión del manglar sería en dos direcciones, tierra adentro y hacia los canales (Coll et al. 2001).

### V.3. Métodos

La investigación sobre la laguna y el manglar de Gandoca se basó en: a) recopilación bibliográfica actualizada, b) toma de datos batimétricos de la laguna, c) medición del área de manglar por medio de imágenes satelitales RapidEye, d) identificación y geoposicionamiento de especies del manglar y e) sondeo exploratorio de percepción local sobre los recursos marino-costeros.

Para describir la batimetría de la laguna de Gandoca se usó un sonar de barrido lateral (Figura V-3), marca Hummingbird® modelo 998c SI (Johnson Outdoors Inc., St. Racine, WI, USA) (González-Socoloske 2007 y González-Socoloske et al. 2006).

Para determinar el área de manglar y de la laguna de Gandoca, se usó una imagen RapidEye del año 2011. Esta es una imagen 1B, con un nivel de procesamiento básico, que incluye solamente la corrección radiométrica. Tiene una resolución espacial de 6.5m y una resolución espectral de 5 bandas para el azul, verde, rojo e infrarrojo cercano.

Se usó programa ENVI 5 (EXELIS 2012). Se hizo la transformación de números digitales (ND) a radiancia, multiplicando la banda 1 por el factor de corrección (factor de escala radiométrico: 0.00999999776482582). Luego se aplicó el factor a todas las bandas de la imagen y se cambió la organización del archivo de \*.BSQ al formato \*.BIL, para hacer la corrección atmosférica. En esta etapa, se obtuvo un archivo de 1.7 GB, por lo que fue necesario recortar la imagen original para facilitar su procesamiento. Para esto se usó la herramienta "Region of interest", ROI tool.

Para remover el efecto de la atmósfera sobre la imagen y obtener valores de reflectancia, se usó el módulo FLASS del programa ENVI 4.8. Se usaron los siguientes datos para hacer la corrección atmosférica: localización del punto central de la imagen 9° 35' 46.87" N, 82° 39' 15.95" W; elevación de 30m para el punto central de la imagen; altitud del sensor 630km; visibilidad inicial de 40km, 6.5 m para el tamaño

de pixel; fecha y tiempo del vuelo: 2011-01-21, 16:50:32 y un modelo atmosférico tropical. En esta etapa se obtuvo una cantidad de agua promedio removida de 3.58cm.

Para hacer la ortorectificación de la imagen se usó un modelo de elevación digital de 90m, tomado de Shuttle Radar Topography Mission SRTM (NASA 2013). Se usaron las coordenadas y la elevación del punto central de la imagen, para determinar la altura del geode, usando la página de University Navstar Consortium (NSF 2013).

Se calculó el área de manglar a través de la herramienta Spatial Statistics Tools, Utilities, Calculate Areas, del software ArcGIS 10 (ESRI 2011), obteniendo una separación entre la cobertura de manglar y bosque.

Se realizó además un sondeo exploratorio sobre percepción local, uso y presiones de los recursos marino-costeros. Para conocer más sobre la metodología utilizada, consultar el apartado "Sondeo exploratorio sobre percepción local, usos y presiones sobre los recursos marino-costeros".

## V.4. Resultados

### V.4.1. Especies identificadas

En la parte baja de la laguna se confirmó la presencia de las especies *R. mangle* (mangle rojo) (Figura V-3), *A. germinans* (mangle negro), *L. racemosa* (mangle blanco) y *C. erecta* (botoncillo) siendo dominante el mangle rojo. La franja de distribución de estas especies no corresponde con la forma característica de otros manglares. Los árboles de todas las especies alcanzan un gran tamaño (Figura V-3). Conforme aumenta la distancia de la desembocadura de la laguna, se evidencia el cambio de dominancia del manglar al bosque de yolillo (*R. taedigera*) y la asociación de esta palma con el helecho de manglar (*Acrostichum sp.*) (Figura V-3). Se reporta la asociación del yolillo con la palma real (*Manicaria saccifera*).

Finalmente, hacia el final del principal brazo de este cuerpo de agua, la dominancia antedicha se diluye y aparecen otras especies como cativo (*P. copaifera*), guácimo colorado (*L. seemannii*), sangrillo (*P. affinalis*) y gavián (*P. macroloba*). Durante la validación de campo no se reportaron

lirios de agua como *Eichornia crassipes* ni pastos que según Coll *et al.* (2001) fueron abundantes durante su estudio. El listado de las especies identificadas en el manglar de Gandoca puede verse en el Anexo 5.

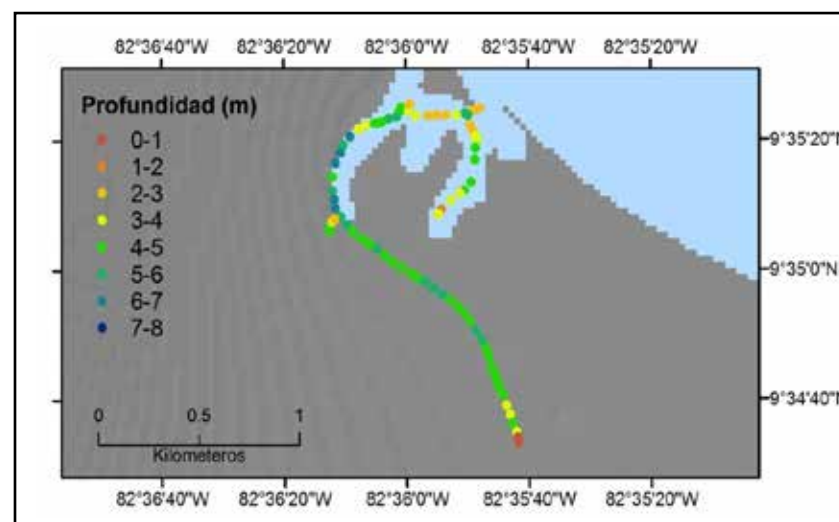
### V.4.2. Cobertura del manglar

La cobertura del manglar de Gandoca no varió entre los años 2005 y 2011. Según esta investigación, en el año 2011, el área ocupada por el manglar de Gandoca fue de 13.3 has (Figura V-2) que es igual a la reportada para el año 2005 por Manrow-Villalobos y Vilchez-Alvarado (2012).

### V.4.3. Profundidades de la laguna de Gandoca

En el año 2011, el área ocupada por la laguna de Gandoca (excluyendo las 13.3 has de manglar) fue de 17.7 has (Figura V-4).

La laguna de Gandoca tiene una profundidad mínima de un metro en su bocana y en los extremos finales de sus brazos. El brazo más corto (dirección sur-este) tiene una profundidad máxima de 4-5m, mientras que en el brazo más largo (dirección oeste-sur) las profundidades oscilan entre 4 y 7 metros en la mayor parte de su extensión (Figura V-4).



**Figura V-4. Batimetría de la laguna de Gandoca**  
Modelo Batimétrico generado por Trichechus 2012

## V.5. Conclusiones y Recomendaciones

El manglar de Gandoca estuvo en crecimiento hasta el año 2005, momento en el cual no parecía sufrir ninguna de las amenazas a las que está expuesto el resto de manglares del país. En la actualidad siguen sin producirse impactos relacionados con la extracción de moluscos, no se produce carbón ni se extraen taninos, no hay camaronerías ni se produce sal y no es medio de transporte entre un punto y otro. Tampoco parece afectado por las actividades de los lugareños, ya que el uso de la madera del manglar se ha limitado a actividades de supervivencia y las prácticas agrícolas intensivas se han ido reemplazando por ecoturismo en el área de la laguna.

En este sentido, tal como lo expresan Fonseca *et al.* 2007: *“la conciencia ecológica de los habitantes de Gandoca y el estado de protección del manglar por el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo podrían garantizar la supervivencia, expansión y funcionalidad de este manglar, y el bienestar de la gente que depende del mismo”*.

En el año 2004 no se evidenciaba la presencia de contaminantes químicos en las aguas de la laguna (Coll *et al.* 2004), y el manglar estaba en crecimiento. En la actualidad, frente a una aparente detención en su expansión, es importante conocer la calidad de las aguas de la laguna,

con especial interés en la presencia de pesticidas y fertilizantes. También profundizar en la evolución de este manglar y determinar si hay factores antropogénicos que hayan reducido el proceso de expansión del manglar.

El único estudio de peces de la laguna es el producido por Chacón y McLarney (1992) sobre su rol como criadero de sábalos. Tampoco se ha estudiado el efecto de la “pesca hormiga” en el manglar y la laguna.

Se recomienda llenar los vacíos de información sobre los peces, crustáceos, moluscos, aves, reptiles, anfibios y mamíferos, incluyendo el manatí antillano (*T. manatus*), que habitan en el manglar y la laguna de Gandoca. Sus patrones ecológicos; los aspectos químicos del agua y los regímenes mareales, hidrográficos y de sedimentación, entre otros.

Se recomienda acatar el Código de Conducta para la Gestión y Uso Sostenible de Ecosistemas de Manglar (Macintosh y Ashton 2004); tener en cuenta el documento de “El Uso de los Manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales” (Jiménez 1999); seguir procedimientos de gestión como los planteados por Pizarro *et al.* (2004), Aguilar (1996), Ammour *et al.* (1999) y las Memorias del Taller Conservación y Manejo de Humedales y Zonas Costeras en América Central (Anónimo 1999).





## VI. ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL

La producción pesquera del Caribe costarricense no sobrepasa el 4% de la captura pesquera nacional (Córdoba 2005). Las especies de importancia comercial del Caribe costarricense se pueden agrupar en dos tipos: especies de interés pesquero (comercialización y consumo) y especies de interés ecoturístico (Vargas 2009, SINAC-MINAET-GRUAS 2009, ICT 2005 y FECOP 2013). A diferencia del Pacífico Norte, en el área no se explotan especies comerciales de interés ornamental (Dominici 1999). Según Ethel Gatouche (*com. pers.* 2012), presidenta de la Asociación de Pescadores Artesanales del Caribe Sur, su organización nace para legitimar las actividades que realizan sus miembros, obteniendo licencias para pesca y para turismo. En Manzanillo muchos pescadores locales combinan la pesca artesanal con el guiado de tours de pesca deportiva y avistamiento de delfines (Pescadores del Caribe Sur *com. pers.* 2012).

Según datos de INCOPECA, en el área del Caribe Sur costarricense existen 15 embarcaciones con licencia; del cual el 47% pertenecen a Cahuita y 40% pertenecen a Manzanillo. Los pescadores artesanales del Caribe Sur se constituyeron en una asociación, conformada por 40-45 pescadores de Puerto Viejo, Punta Uva y Manzanillo, que cuenta con una flota de 30-35 embarcaciones. La flota se concentra principalmente en el área de Puerto Viejo, aunque también hay embarcaciones en la Barra de Hone Creek, Punta Uva y Manzanillo (Gatouche, *com. pers.* 2012). La flota del Caribe Sur consta de botes relativamente pequeños, construidos en fibra de vidrio con motores fuera de borda de 20-85 CF que salen con 1-3 pescadores. Esto último explica la corta distancia de las faenas de pesca que no exceden las 3.3 millas o 6 kilómetros mar afuera, cuando los bancos de pesca se encuentran entre 1 milla náutica hasta 9 millas náuticas de la costa (Fernandez, Gatouche y Mc Donald *com. pers.* 2012; Wehrtmann 2004).

La flota destinada a actividades “ecoturísticas” se localiza principalmente en la zona de Manzanillo y es más grande que la comercial tanto en eslora como en caballaje (motores fuera de borda cuatro tiempos de 100-150 CF). En la zona de Gandoca no existen embarcaciones de pesca, debido a que su principal actividad económica se centra en el ecoturismo.

El desembarque del producto pesquero se da principalmente en la zona de Puerto Viejo, Punta Uva y Manzanillo. El volumen de captura está relacionado con la época de pesca (mayor captura en épocas migratorias) y el arte de pesca utilizado. Las nasas suelen conseguir mayor volumen y diversidad de captura.

### VI.1.3. Los artes de pesca

Los artes de pesca más utilizados en el área son las nasas, la línea de fondo y cuerda de mano. Para la pesca con buceo los pescadores locales utilizan el “sling”, el arpón y la arbaleta. Las nasas y el sling son artes de pesca enfocadas en la captura de langosta, sin embargo, dichos artes no son selectivos y capturan un amplio espectro de organismos. La línea de fondo está enfocada en la pesca de pargos.

#### VI.1.3.1. Nasas

La nasa es una red de pesca pasiva en forma de caja de dos por un metro cuadrado, hecha con un esqueleto de madera de ramas de guayaba (debido a su resistencia o tiempo de vida útil) y malla metálica (Figura VI-1f). Las nasas tienen dos entradas en forma de embudo para el ingreso de los organismos y una compuerta para la extracción del producto. Éstas se colocan entre octubre y marzo. El número de nasas varía entre treinta y cincuenta y cinco unidades con un promedio de cuarenta y dos nasas por equipo de pesca, que consta de entre dos a cuatro personas.

La cantidad de nasas colocada depende de las condiciones del mar, el clima (lluvia y vientos) y el presupuesto o la época del objeto de pesca. Las nasas se dejan de tres a cinco días y se usa jurel, macarela, coco y otros pescados como cebo (MacDonald, *com. pers.* 2012).

#### VI.1.3.2. Línea de fondo

La línea de fondo es uno de los artes de pesca más comunes (Figura VI-1g) su objetivo es el pargo de seda (*Lutjanus bucanella*, *L. vivanus* y *L. purpureus*). La línea de fondo se trabaja entre dos a tres personas por bote por un período de medio día. Se usan cuerdas de hasta 150 m de longitud, con tres a cuatro anzuelos número ocho para pescado pequeño

y mediano, y números cinco y seis para pescado grande (Raní *com. pers.* 2012). La pesca con línea de fondo se realiza en bancos de pesca. Se pueden visitar unos diez bancos diferentes por día y puede haber entre treinta y cuarenta bancos o caladeros de pesca en las cercanías de Hone Creek, Puerto Viejo, Cócles y Punta Uva (O. Brown *com. pers.* 2012). Los puntos de pesca se establecen utilizando buena plomada que implica utilizar cuerdas largas de doscientos a cuatrocientos metros con dos anzuelos y un plomo bastante pesado (Rat *com. pers.* 2012). La ubicación de los puntos de pesca se hace, tradicionalmente por triangulación de la ubicación a partir de puntos fijos en tierra (cerros, árboles, casas) (Raní *com. pers.* 2013).

### VI.1.3.3. Sling

El sling consiste en una vara metálica o de madera de 40-50 cm con un lazo en uno de los extremos y bichero en el otro (Figura VI-1h). Se utiliza para capturar langostas, en buceo libre alcanzando alrededor de diez metros de profundidad. Con este arte también se capturan pulpos, langostinos y peces (Rat *com. pers.* 2012).

### VI.1.3.4. Cuerdas de mano y atarraya

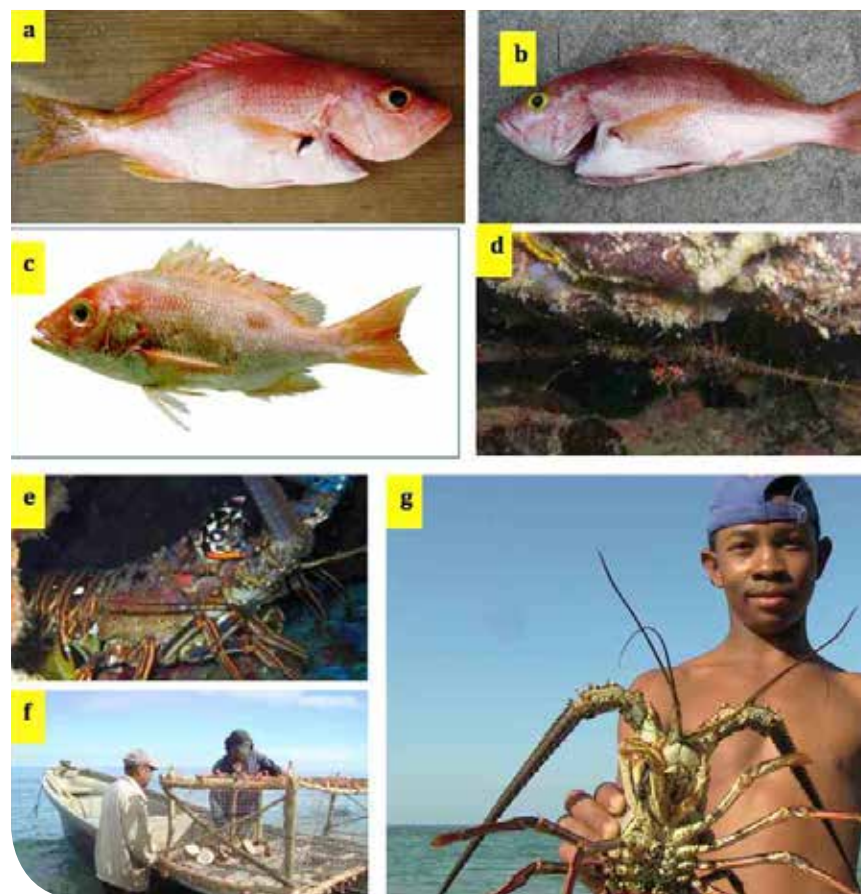
Estas se utilizan desde la playa para pescar sardinas, que a su vez son usadas como carnada. Algunos pescadores lo hacen con cañas de pescar, pero es muy raro observar esta práctica debido al costo del equipo.

### VI.1.3.5. Caña de pescar/troleo

El uso de la caña de pescar se enfoca más hacia el troleo de macarela (*Scomberomorus spp.*) y jureles (*Caranx spp.*) (*trawling*: bote en movimiento arrastrando un la línea con señuelo). Generalmente el troleo se utiliza en pesca deportiva (Gatouche *com. pers.*).

### VI.1.3.6. Trasmallo y arbaleta

Se sabe que existe pesca con trasmallo y arbaleta en el área, pero en menor proporción debido a la restricción de uso de estos artes de pesca, valor y manutención del equipo. En el caso del trasmallo es utilizado de forma multiespecífica, atrapando desde peces de escama, langostas hasta tortugas marinas.



**Figura VI-1. Especies de interés comercial.** a) Pargo Bonefin (*Lutjanus bucanella*), b) Pargo Seda o Satin (*Lutjanus vivanus*), c) Pargo Silky (*Lutjanus purpureus*), d y g) Langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*) con 60% de la pesca total, e) Langostino de roca (*Panulirus guttatus*), f) montaje de nasa en embarcación de pesca artesanal.

### VI.1.4. Zonificación de la pesca

En el SICCS no existe una zonificación de los recursos pesqueros. La extracción es de libre acceso y sin regulaciones o medidas de manejo a excepción de la no utilización de "arbaletas". En la actividad pesquera se aplica la filosofía de "donde tú conoces tú vas" y se impone llegar primero al lugar ya que "al que madruga Dios lo ayuda y come pechuga" (Rat *com. pers.* 2013). Para Raní "los pescadores siguen códigos o ley del mar, todos se ayudan. Se dicen cómo y adonde está el pique".

Hay denuncias sobre la existencia de flota Panameña que explota los recursos pesqueros desde Punta Mona hasta Punta Uva. También llegan muchos pescadores de Cahuita (Hernández *com. pers.* 2012).

### VI.1.5. Especies de interés pesquero

Los recursos pesqueros se pueden agrupar en 4 categorías:

- 1) Invertebrados (langosta, cangrejo, pulpo y cambute).
- 2) Especies demersales (Pargos seda (*Lutjanus spp.*), Langosta espinosa (*Panulirus argus*), Langosta cucaracha (*Scylarides aequinoctralis*), Langostinos de roca (*Panulirus guttatus*), Cangrejo rey "king crab" (*Mithrax spinosissimus*), Cangrejo rojo "red crab" (*Carpilius coralinus*), pulpos (*Octopus spp.*) y Cambute (*Lobatus gigas*).
- 3) Especies pelágicas (macarelas (*Scomberomorus spp.*), jureles (*Caranx spp.*), Tiburones punta negra (*Carcharinus limbatus*) y Barracudas (*Sphyrna 3a barracuda*).
- 4) Tortugas marinas (de las que se extraen carne y productos derivados). Las tortugas marinas son utilizadas desde tiempo atrás para consumo local y se aprovechan las épocas de agregación para su captura (Asociación de Pescadores Artesanales del Caribe Sur *com. pers.*, Mug 2000, Cortés 1991 y Schaper 1996).

La pesquería comercial (venta a nivel local) y de consumo doméstico, es del tipo artesanal o pesca comercial a pequeña escala, y está dirigida a pelágicas y demersales costeras, centrándose en la Langosta espinosa y en el Pargo Seda, que dan buen rendimiento económico, son de fácil comercialización y se usan para consumo local. También se pesca tortuga marina y en menor grado tiburón y camarón (Mug 2000). La pesca de camarón es inexistente entre el río Carbón y el río Sixaola, debido a la ausencia de una flota de arrastre que opere en el área (Juan Córdoba *com. pers.*).

#### VI.1.5.1. Los Pargos

Las principales especies de pargo que se pescan en la zona son tres, conocidas como pargo seda, que comparten los mismos bancos de pesca o caladeros: Bonefin (*Lutjanus bucanella*) (Figura VI-1<sup>a</sup>), Satin

(*Lutjanus vivanus*) (Figura VI-1), y Silky (*Lutjanus purpureus*) (Figura VI-1c), siendo los dos primeros los más comunes en las capturas. Otras especies de pargos que se capturan en conjunto con los seda son el Vermilion snapper o Roundup (*Rhomboplites aurorubens*), Mutton snapper (*Lutjanus analis*), Pargo mancha (*Lutjanus mahogoni*), Dog snapper (*Lutjanus jocu*), Black snapper (*Lutjanus griseus*), Cubera snapper (*Lutjanus cyanopterus*), Yellowtail (*Ocyurus chrysurus*) y el Patty o Passing fish (*Lutjanus synagris*) Mug

La pesca de pargos en el Caribe Sur es muy baja y no cubre las necesidades locales. De hecho gran parte del pargo que se come en los restaurantes del SICCS, proviene del Pacífico (Pescadores del Caribe Sur *com. pers.* 2012).

Hasta la fecha no hay legislación específica para las pesquerías de pargos, aunque se han insinuado algunas medidas para proteger las zonas de agregación para desoves, así como para proteger las tallas mínimas y máximas de captura. Este grupo de especies no se encuentra incluido en ninguna categoría de protección por comercio dentro del marco de CITES. Sin embargo, UICN considera *Lutjanus analis* y *L. cyanopterus* como vulnerables; la mayoría de las especies de pargos están catalogadas como de menor importancia y otras con información desconocida (USAID 2012).

Las autoridades de pesca de los países de la Región Centroamericana mantienen una política de apoyo a las pesquerías de pargos en el caso del Caribe, porque se sabe que las poblaciones están sub-explotadas y que los desembarques actuales no representan un daño a los stocks reproductivos (USAID 2012).

#### VI.1.5.2. La Langosta

Existen tres especies de langostas de la familia Palinuridae en el Caribe de Costa Rica: *P. argus*, *P. guttatus* y *P. laevicauda* (Nielsen y Zamora 2006). El mayor esfuerzo pesquero se dirige hacia la pesca de *P. argus* (Figura VI-1d), cuyas capturas representan aproximadamente el 60% de la pesca total (Wehrtmann 2004). Los pescadores locales mediante buceo a pulmón, colectan el langostino de roca (*Panulirus guttatus*), destinado principalmente al consumo doméstico (Figura VI-1 e).



Además, se colecta de forma ocasional la Langosta cucaracha (*Scyllarides aequinoctralis*) (Mug 2000). La langosta (*Panulirus argus*) es capturada principalmente entre agosto y enero, que es cuando ingresa a territorio costarricense procedente de las plataformas de Honduras y Nicaragua.

Los humedales del RNVS-GM, son zona de crianza para los estadios juveniles de la langosta y constituyen un área importante para su pesca (Nielsen y Zamora 2006). Ya en el año 2004, los pescadores de langostas del Caribe sur notaban una reducción en las capturas y la atribuían al uso de trasmallos. Los problemas más grandes identificados eran: (1) poca langosta, (2) pocos sitios de pesca (debido a las áreas protegidas en el Caribe) y (3) combustible (Wehrtmann 2004).

Los restaurantes, en el año 2004 podían vender hasta 20 platos de langosta por semana. Este sector comercial puede reconocer la especie de langosta y seleccionar individuos de más de 400 gramos, aunque algunos restaurantes compran todo tamaño y hembras con y sin huevos (Wehrtmann 2004). En el Caribe Sur, en el año 2009, se capturaron 304 kilogramos de Langosta representando el 1% de las capturas totales reportadas para ese año en todo el Caribe (OSPESCA 2009).

### VI.1.5.3. El Cambute

Conocido como caracol gigante, caracol rosado, queen conch, lambi o botuto. Las especies de interés en el Caribe son: *Strombus gigas* (actualmente *Lobatus gigas*), *Strombus costatus*, *Melongena melongena*

y *Strombus pugilis*, siendo la primera la más importante (USAID 2012). En Costa Rica por el Decreto #19203-MAG, se prohíbe en forma permanente la captura y comercialización del cambute (*L. gigas*). Se tolera la pesca incidental pero el recurso sólo puede ser consumido por el pescador, por ende no se puede comercializar. No existe un consumo nacional del cambute (Luis Córdoba *com. pers.* 2012).

### VI.1.6. Métodos

La investigación sobre especies de interés comercial, tomó datos desde la costa hasta aproximadamente 3.3 millas mar adentro, coincidiendo con los caladeros de pesca utilizados en el SICCS (Figura VI-2). Se tomaron datos dentro y fuera del área marina del RNVS-GM que comprende desde la costa hasta 2.5 millas mar adentro.

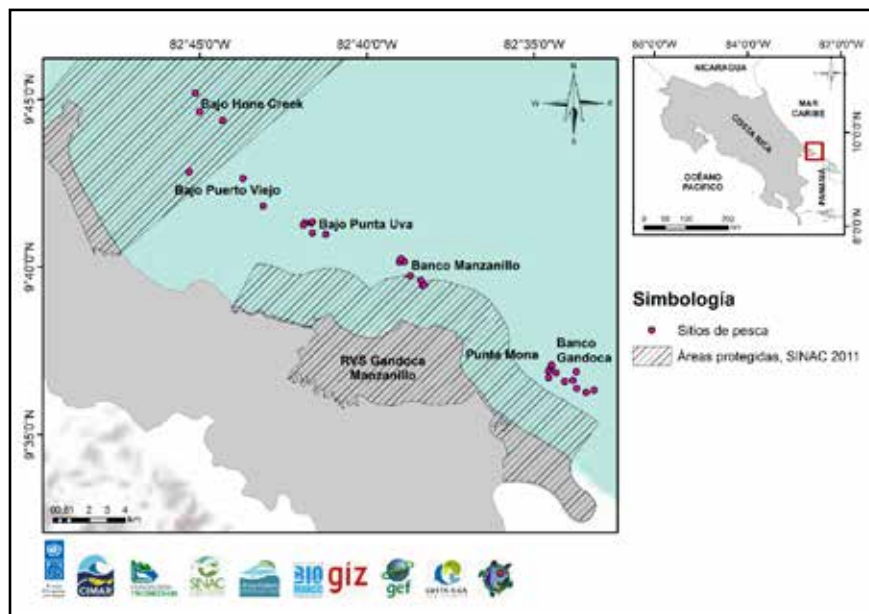
Se realizaron salidas de pesca (gracias al apoyo de la Asociación de Pescadores Artesanales del Caribe Sur) con nasas y líneas para pargo y se recopiló información de las descargas. Se geo-posicionaron caladeros de pesca y se categorizaron de acuerdo con profundidad (conocimiento local en base a la cantidad de línea desenrollada), artes de pesca y pesca meta.

Se realizaron inspecciones submarinas con equipo de snorkel en zonas de pastos marinos y zonas arrecifales costeras, en Manzanillo y Punta Mona, para determinar ausencia/presencia de langostas, langostinos, pulpos y cambutes.



Se utilizó el protocolo REEF (www.reer.org) modificado, que usa el método de censo visual "RDT" (Roving Diver Technique) con el buzo nadando libremente. En esta evaluación se asignan cuatro categorías a los peces observados: S=solo un individuo (1), P=pocos (2-10), M=muchos (11-100), y A=abundante (>100).

Como complemento se realizó un sondeo exploratorio de percepción local sobre los recursos marino-costeros y 15 entrevistas semiestructuradas realizadas a pescadores de Playa Negra, Puerto Viejo, Punta Uva, Manzanillo y Gandoca Caribe Sur.



**Figura VI-2. Bancos de pesca en el Sitio Prioritario Gandoca.**

Trichechus 2012

### VI.1.7. Resultados

Estos resultados son los primeros reportados sobre las zonas de pesca utilizadas por pescadores locales, sin embargo no llegan a representar un estudio intensivo de la actividad pesquera y su distribución. Se caracterizaron 34 sitios tradicionales de pesca (Figura VI-2) distribuidos en cinco bajos a lo largo del SICCS: Bajo Hone Creek, Bajo Puerto Viejo,

Bajo Punta Uva, Banco Manzanillo y Bajo Gandoca. Únicamente 8 de ellos se encuentran dentro de ASP, 4 en Cahuita y 4 en el RNVS-GM.

Los pescadores locales pescan invertebrados, demersales, pelágicos y tortugas, en 34 caladeros ubicados en cinco bancos paralelos a la costa, entre Punta Cahuita y la desembocadura del río Sixaola (Figura VI-2). La distancia a la costa varía entre 1 y 8.7 millas náuticas (promedio 4.54 millas) y las profundidades van de 40 a 80 metros, con la mayoría entre 60 y 70 metros.

Los tipos de fondos varían de cascajo de coral, arena y lodo (Sierra 1996). El Bajo de Punta Uva es un conglomerado de pequeños bancos de pesca. Los bancos Land Shoul Puerto Viejo y Land Shoul Manzanillo son los bancos más grandes del área, siendo Little Shoul Cócles el más pequeño, según percepción de pescadores locales. En el banco Little Shoul Cócles la pesca objetivo son peces de escama y pelágicos costeros.

En la zona de Manzanillo-Sixaola, cuando se utilizaron nasas para pargos, el 49% de las capturas correspondió al Pez León (*Pterois spp.*). No se atraparon invertebrados.

En la pesca con línea para pargo, el pargo Seda (*Lutjanus vivanus*) representó el 41% de las capturas, el Pargo Ronda (*Rhomboplites aurorubens*) el 32%, el pargo Pati (*Lutjanus synagris*) el 18% y el pargo Bonefin (*Lutjanus bucanella*) el 9%. Cabe destacar que los números son muy bajos como para hacer extrapolaciones sobre los porcentajes de captura generales del área.

La pesca del Sábalo es principalmente de tipo deportiva, debido a que el sabor de su carne no es agradable. Muchos pescadores describen su carne como con sabor a barro (Hector MacDonald *com. pers.* 2012). Según los reportes de INCOPECA se pescaron 21 kg de esta especie. La actividad de pesca de Sábalo se da principalmente entre Punta Mona y el río Sixaola.

Las especies de tiburones pescadas son tiburón Punta negra (*Carcharhinus limbatus*) y ocasionalmente tiburón Nodriza (*Ginglymostoma cirratum*). Este último se considera pesca incidental y generalmente está asociado con la pesca con cuerda de mano, en zonas arrecifales (MacDonald *com. pers.*).

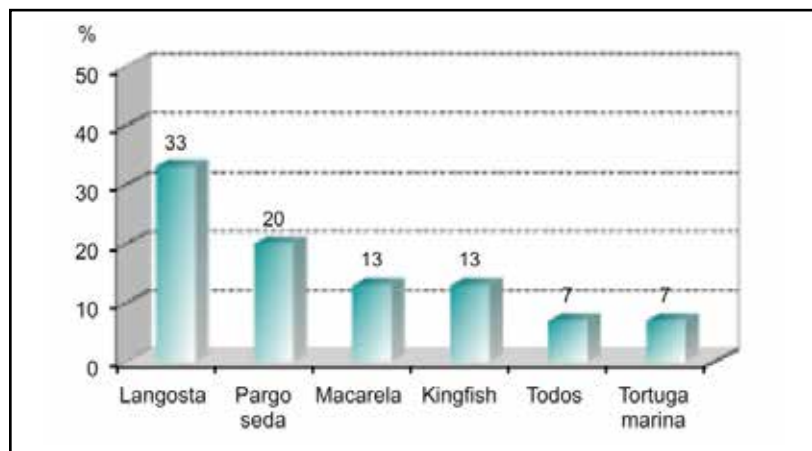
En las inspecciones submarinas (ver métodos sección IV) en pastos marinos y zonas arrecifales costeras, no hubo presencia de cambutes (*L. gigas*). En estas zonas se encontraron pocos individuos de langostas espinosas (*P. argus*), langostas manchadas o langostines (*P. guttatus*) y pulpos (*Octopus vulgaris*). Generalmente estos organismos se refugian en grietas durante el día, lo que pudo haber reducido la cantidad de avistamientos.

### VI.1.7.1. Especies favoritas en el SICCS y sus temporadas de pesca

Los pescadores locales prefieren capturar ciertas especies, según su precio en el mercado, su sabor y su dificultad de captura. Las especies preferidas en el Caribe sur son la langosta, el pargo seda, la macarela, el kingfish y la tortuga marina (Gráfico VI-1, Figura VI-3). El mercado principal para los pescadores locales son los restaurantes y sodas locales.

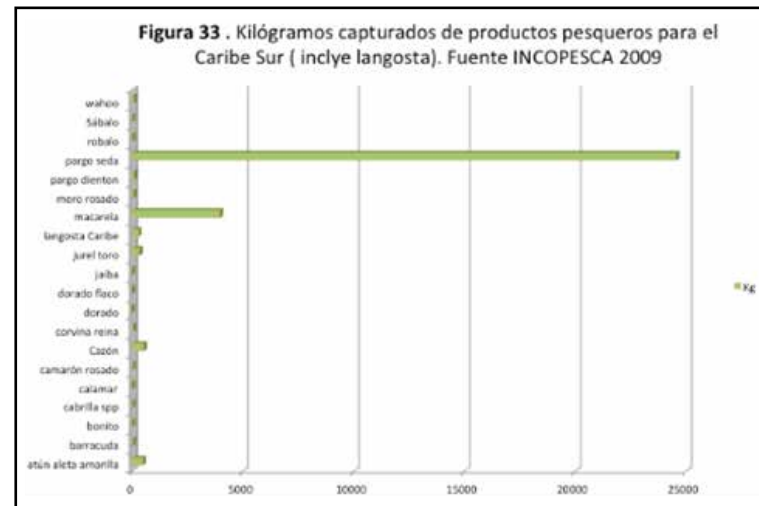
Los pargos son la especie preferida para el consumo local y para la venta.

La macarela es una especie preferida por su sabor, su precio y porque es una especie “peleadora” a la hora de la pesca. El listado de las 38 especies marinas consumidas en el SICCS puede verse en el Anexo 7.



**Gráfico VI-1. Objetos de pesca preferidos por los pescadores locales del Sitio Prioritario Gandoca.**

Trichechus 2012-2013.



**Figura VI-3. Kilos de productos pesqueros capturados en el Caribe Sur.** INCOPECSA 2009.

La faena pesquera se realiza de acuerdo con la época de presencia de cada especie. Las langostas por ejemplo son extraídas entre los meses de octubre a marzo. Las calvas y róbalo se capturan mientras desovan en los cuerpos de agua que desembocan al mar, entre noviembre y enero (Cuadro VI-1).

Durante el tiempo de buenas condiciones marinas se acercan cardúmenes de sardinas, que atraen aves, lo que tradicionalmente se considera señal de buena pesca. Los pargos y pelágicos costeros se trabajan cuando hay poco oleaje y viento (período conocido como “mar bajo o flat”), lo que ocurre usualmente entre abril y junio, y en septiembre-octubre (Cuadro VI-1).

Durante las faenas de pesca, los motores suelen mantenerse encendidos. Por lo tanto, la faena no es rentable cuando hay más viento y oleaje. Además, aumentan las posibilidades de accidentes, riesgo que los pescadores locales consideran como prioritario.

En la categoría de pelágicos costeros identificamos: macarela (*Scomberomorus regalis*), kingfish (*Scomberomorus cavalla*), barracuda (*Sphyraena barracuda*) y jureles (*Caranx spp.*). Actualmente, en el SICCS, se pesca pez vela (*Istiophorus albicans*), dorado (*Coryphaena hippurus*) y varias especies de marlín, situación que hace unos años era extraña.



Especie	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Panulirus argus</i>	X	X	X							X	X	X
Pancingfish ( <i>Lutjanus synagris</i> )												
Macarela ( <i>Scomberomorus maculatus</i> )	X			X	X	X			X	X	X	X
Kingfish ( <i>Scomberomorus cavalla</i> )				X	X	X			X	X		
Pargos de seda ( <i>Lutjanus bucanella</i> )	X	X		X	X				X	X		
Pargos ( <i>Lutjanus campechanus</i> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Roncos ( <i>Haemulon plumieri</i> )										X		
Róbalos <i>Centropomus undecimalis</i>											X	X
Calva <i>Centropomus parallelus</i>												X

Color	Época
	Época lluviosa
	Buceo Langosta y turístico (Traslapa abril y mayo con mar bajo)
	Tortuga Marina
	Mar bajo o flat

**Cuadro VI-1. Épocas de extracción de cada objeto de pesca en el Sitio Prioritario Gandoca**

Trichechus 2012

### VI.1.8. El caso del Pez León

El Pez león (*Pterois volitans/miles*) es una de las principales amenazas modernas a las pesquerías locales. Es un depredador de los huevecillos de múltiples especies y sus poblaciones han aumentado localmente desde los primeros avistamientos en el año 2009.

Dicha invasión podría plantear una de las mayores amenazas del siglo XXI a los arrecifes y sus hábitats conexos en el Atlántico tropical y cálido templado. Por ejemplo, la alta densidad de poblaciones de pez león que se han observado en lugares como las Bahamas podría estar causando cambios bruscos en la diversidad biológica y la estructura comunitaria de los peces arrecifales y puede que sea el cambio más importante ocurrido desde el comienzo de la pesca industrial (Morris 2013).

El pez león es un carnívoro generalista que se alimenta de una amplia gama de peces y crustáceos. Las observaciones directas del comportamiento del pez león en los arrecifes apuntan a que es un

depredador voraz, que puede llegar a alimentarse de presas que miden 2/3 de su tamaño y consumir diariamente entre el 2,5 al 6% de su peso corporal, especialmente cuando mantiene tallas pequeñas (Albins y Hixon 2008).

Este comportamiento voraz es la causa de la alarma de los científicos que predicen que a partir del establecimiento de esta especie en un arrecife bastarían cuatro años para que se convierta en el 90% de la fauna de dicho hábitat. Además, el pez león es altamente resistente a los períodos de inanición alcanzando hasta 12 semanas sin alimentarse (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible República de Colombia 2012).

Esta especie representa un peligro para la integridad de la trama alimentaria arrecifal y puede afectar la pesca comercial, el turismo y el estado general de los arrecifes coralinos del Atlántico. El pez león tiene la capacidad de afectar la estructura y funcionamiento de numerosas poblaciones marinas del océano Atlántico que van desde la superficie marina hasta profundidades superiores a 300 m; y en una gama de hábitats que van desde los fondos coralinos y rocosos hasta los arrecifes artificiales, los manglares y las praderas marinas (Morris 2013).

El pez león, además, ocupa hábitats similares y consume presas parecidas a las de muchas de las especies nativas de peces depredadores y de macroinvertebrados. Esta competencia alimentaria con el pez león podría afectar la conducta, la distribución, el crecimiento, la supervivencia y el tamaño de las poblaciones de las especies nativas con similar ecología.

Asimismo, el pez león podría competir por los recursos, en particular el alimento y el espacio, con especies de importancia económica tales como los pargos y meros (Morris y Green 2013).

En el Caribe, la repercusión socioeconómica de la invasión del pez león todavía no se ha cuantificado, pero podría ser grave. Entre los sectores más vulnerables figuran la pesca y el turismo, que son de importancia fundamental para numerosos países del Caribe y el Atlántico (Morris y Green 2013) incluyendo Costa Rica y el SICCS.

Las poblaciones del pez león ya están bien establecidas a lo largo de la Costa del Caribe Sur de Costa Rica y la invasión probablemente todavía no ha llegado a su fase de saturación (Sandel et al 2015 ). En el 2011,

la densidad promedio de pez león en aguas someras de la Costa del Caribe Sur de Costa Rica fue de 92 peces por hectárea. La densidad máxima (162 peces/ha) se encontró en Manzanillo (Sandel et al 2015). Se recomienda intensificar los esfuerzos de remoción vigentes, concretizar metas reales para su control, y trabajar en una estrategia de manejo con enfoque más ecosistémico.

Asimismo es importante implementar un programa de monitoreo que provea información de base acerca del estado actual de la especie y

las especies asociadas; con lo cual se apoyen estudios científicos que permitan conocer el estado actual de la comunidad de peces.

También se debe sensibilizar y capacitar a los pobladores con respecto al estado actual de esta especie y a su posible uso. La aceptación de esta especie, así como la incorporación de la misma a la lista de especies para consumo y subsistencia, es una de las alternativas que se fomentan actualmente en el Caribe costarricense.

## VII. ESPECIES MARINAS

### VII.1. Cetáceos

#### VII.1.1. Introducción

Hay cuatro cetáceos identificados dentro de seis objetivos de conservación en las UEM de Costa Rica (SINAC y MINAET 2009): el Delfín manchado (*Stenella attenuata*), la Ballena jorobada (*Megaptera novangliae*), la Falsa orca (*Pseudorca crassidens*) y el Delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*).



En el RNVS-GM (Figura VII-1), se observan concentraciones de delfines en el área de Gandoca, probablemente asociadas a la desembocadura del río Sixaola, la desembocadura de la laguna de Gandoca, el cañón profundo ubicado frente a la laguna y sitio de reclutamiento de especies de peces como el sábalo y a las características físico químicas del área en general (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

Las especies más conocidas en el caribe son *Tursiops truncatus* (delfín nariz de botella) y *Sotalia guianensis* (delfín de Guyana). Los estudios de *T. truncatus* se han concentrado en tres localidades: Isla del Coco, Golfo Dulce, y en menor escala en Gandoca-Manzanillo. Hay poblaciones oceánicas y costeras y, entre las más estudiadas figura la del RNVS-GM (May-Collado 2009).

*S. guianensis* es una de las especies de cetáceos pequeños endémicos para Latino América y ha sido listado como “insuficientemente conocida” en la Lista de Especies Amenazadas de la UICN (1996, 2000). En Costa Rica solo se ha reportado en Gandoca-Manzanillo (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006). Es el único cetáceo identificado como objeto de conservación en la evaluación de ecorregiones marinas (TNC 2008) en la que se basa Grúas II (SINAC y MINAET 2009).

En el RNVS-GM se encuentran de forma frecuente delfines de Guyana (50% de los avistamientos); delfines nariz de botella (23% de los avistamientos) y grupos inter-específicos de las dos especies anteriores (23% de los avistamientos) (Figura VII-2). Ambas especies tienen superposición de sitios en los que realizan sus actividades (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

La distribución general de *S. guianensis* va desde el norte de Nicaragua hasta el sur de Brasil. Es muy probable que el Delfín de Guyana en Costa Rica esté limitado a una pequeña área costera, específicamente en la bahía delimitada al norte por Punta Mona y la desembocadura del río Sixaola (frontera con Panamá) cuya pluma de sedimentación entra en la bahía (Acevedo-Gutiérrez *et al.* 2005). Esto significa que existe un alto grado de aislamiento geográfico y posiblemente genético que hace a estas poblaciones extremadamente susceptibles a los cambios en su hábitat y las actividades humanas (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

El delfín de Guyana prefiere las aguas más claras y con más concentración salina, cercana a Punta Mona, mientras que el delfín nariz de botella, aunque también aprovecha estos sitios, usa con más frecuencia la desembocadura del río Sixaola, con menor salinidad y mayor turbidez. Los núcleos de concentración de ambas especies coinciden con las áreas utilizadas para actividades de alimentación (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

El tamaño poblacional estimado para el delfín de Guyana en el RNVS-GM, varía entre 81 y 100 individuos y para el delfín nariz de botella entre 116 y 147 individuos (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

El delfín nariz de botella utiliza el área entre Punta Mona y laguna de Gandoca para sus actividades de alimentación, desplazamiento y descanso; mientras que las actividades de socialización se realizan frente al río Sixaola (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

El ámbito de acción (entendido como el área que un animal utiliza para actividades básicas como búsqueda de alimento, reproducción y cuidado de crías) de la mayor parte de la población del delfín de Guyana incluye al RNVS-GM, mientras que para el delfín nariz de botella, el RNVS-GM es sólo una parte pequeña del ámbito total de la población. El ámbito de acción total utilizado por ambas especies dentro del RNVS-

GM es de aproximadamente 23km<sup>2</sup> (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

En Gandoca-Manzanillo, los delfines nariz de botella y el delfín de Guyana son comúnmente observados en grupos mixtos (Gamboa y May-Collado 2006, May-Collado, *com. pers.*), a diferencia del Golfo Dulce, donde los delfines nariz de botella y manchados usan una misma área pero raramente forman grupos mixtos (Acevedo-Gutiérrez y Burkhard 1998).

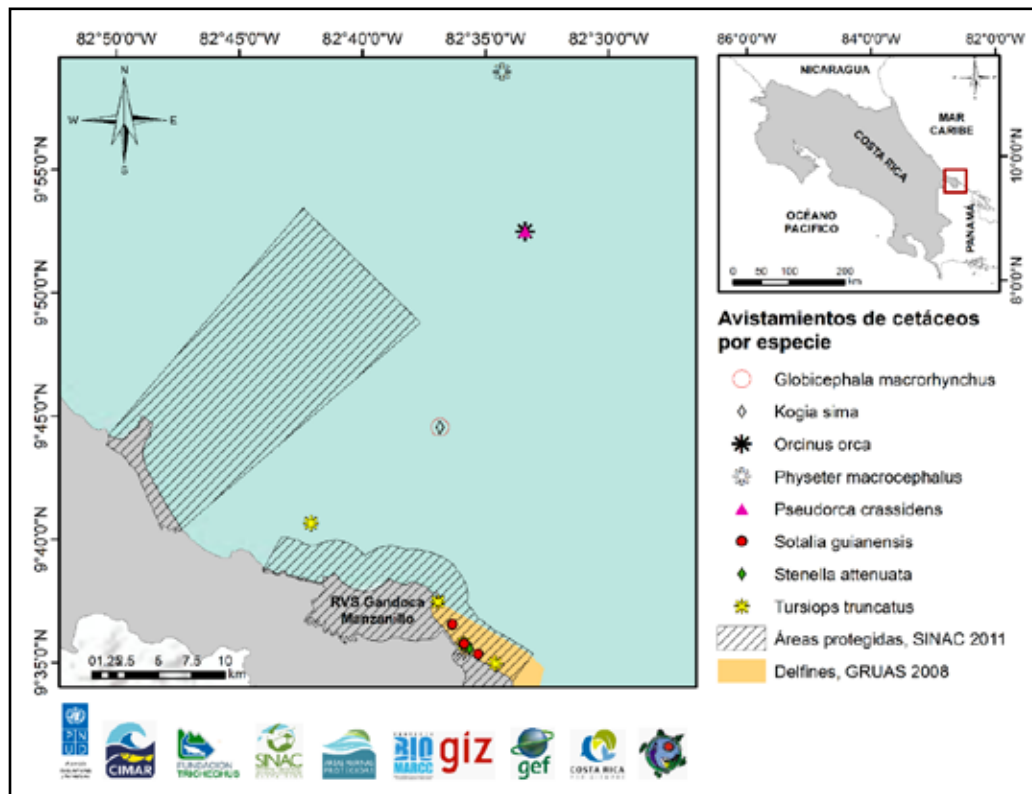
En el RNVS-GM no se observó agresividad entre especies durante actividades alimentarias, de desplazamiento o de descanso. Las pocas agresiones observadas corresponden a actividades sociales donde dos o tres delfines nariz de botella separaban a uno o dos delfines de Guyana del resto del grupo. Una vez aislados estos individuos eran perseguidos, empujados y en ocasiones penetrados. Se reportaron comportamientos similares entre delfines nariz de botella y delfines manchados del Atlántico (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

Algunos delfines de Gandoca tienen rasgos morfológicos intermedios entre delfines nariz de botella y delfines de Guyana, particularmente en el rostrum y en la forma de la aleta (Gamboa y May-Collado 2006). Pescadores locales se refieren también a la existencia del híbrido con base en la morfología de la aleta dorsal (Mushé *com. pers.* 2012).

Hay al menos un precedente de encuentros sexuales inter-específicos en el RNVS-GM (Acevedo-Gutiérrez *et al.* 2005). Si la interacción socio-sexual entre delfines de Guyana y delfines nariz de botella resultara en hibridación, estas dos especies representarían a los cetáceos más distantemente relacionados produciendo híbridos en el medio natural (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).

La probabilidad de encontrarse con delfines de Guyana y delfines nariz de botella en el RNVS-GM es alta. Esto puede deberse a que las condiciones del Refugio son ambientalmente buenas, que los hábitats protegidos por el refugio son ricos en fuentes alimenticias, a que los niveles de contaminación aún son manejables (a pesar de la evidencia de enfermedades en la piel de los delfines) y que la presión antropogénica no ha llegado a alejarlos del Refugio (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006).





**Figura VII-1. Localización aproximada de los avistamientos de cetáceos.**  
Trichechus 2012.

### VII.1.2. Métodos

Con el fin de recopilar toda la información posible sobre los cetáceos presentes en el SICCS se realizaron salidas al mar, se mantuvo comunicaciones personales con investigadores y se realizó un sondeo exploratorio de percepción local sobre los recursos marino-costeros. En las salidas al mar se invirtieron alrededor de 55 horas, a una distancia máxima de 9 km de la costa, recorriendo las zonas de Puerto Viejo, Cócles, Playa Chiquita, Manzanillo, Punta Mona, Gandoca y desembocadura del río Sixaola (Figura VII-1).

En los casos en que se observaron cetáceos, se detuvo el motor a una distancia de 50 metros del grupo observado y se colectaron datos sobre tamaño de grupo, localización de GPS y comportamiento.

### VII.1.3. Resultados

#### VII.1.3.1. Avistamientos directos en el SICCS

En cinco salidas al mar, se observaron delfines de Guyana y delfines nariz de botella (60% y 40% respectivamente). Cuatro observaciones se realizaron entre Punta Mona y Sixaola a una distancia entre 300 y 700 m de la costa y una observación cerca del bajo Puerto Viejo a unos 4 km de la costa (Figura VII-1).

Cuatro de las cinco observaciones fueron grupos intraespecíficos y una observación fue de un grupo mixto. Abajo se detallan los avistamientos (las definiciones de comportamiento fueron tomadas de Acevedo-Gutiérrez *et al.* 2005:

1) Seis individuos de *Sotalia guianensis* en comportamiento de merodeo (los delfines se mueven más rápido que en reposo con un patrón multidireccional o circular, sin signos de actividad de alimentación o contacto físico). La observación se realizó el 27/10/2012, entre la desembocadura del río Sixaola y Middle Creek a unos 300 metros de la costa.

2) Cinco individuos de *Tursiops truncatus* en comportamiento de alimentación (los delfines se mueven multidireccionalmente o en círculo, hay sardinas en superficie y/o aves circulando y buceando, entre otros). La observación se realizó el 30/10/2011, en salida de pesca con línea de fondo, cerca del bajo Puerto Viejo a unos 4 km de la costa.

3) Grupo mixto con 10-15 individuos de *Sotalia guianensis* y 10-15 individuos de *Tursiops truncatus* en comportamiento de socialización (actividad física intensa y contacto entre animales, incluyendo saltos, contacto directo, rolado del cuerpo, entre otras). La observación se realizó el 16/01/2013 a 400 m de la costa de Punta Mona.

4) Veinte individuos de *Sotalia guianensis* en comportamiento de desplazamiento (los delfines se mueven en una misma dirección a una velocidad constante). La observación se realizó el 20/01/2013 a 700 m de la costa entre Punta Mona y Gandoca.

5) Individuos de *Tursiops truncatus* entre Gandoca y Sixaola. No se determinó el tamaño de grupo ni el comportamiento.

### **VII.1.3.2. Avistamientos reportados para el SICCS**

Este estudio reporta los avistamientos de nueve especies de cetáceos en el SICCS, de los cuales dos no figuran entre las especies registradas para la zona (Figura VII-2, fotos demostrativas que no fueron tomadas en el SICCS).

Muchos de los avistamientos son reportados por Shawn Larkin, investigador y operador del tour pelágico de cetáceos en Manzanillo y Laura May-Collado, autora y coautora de investigaciones sobre cetáceos tanto en el Caribe como en el Pacífico costarricense y en Panamá.

Las especies reportadas son:

1. Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), listada como especie residente, costera y común en Costa Rica según (Acevedo-Gutiérrez et al. 2005, Gamboa-Poveda y May-Collado 2006, May-Collado y Wartzok 2008, May-Collado 2009 y 2010, Larkin com. pers.).
2. Delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*) (Figura VII-2a), listada como especie residente, costera y común en Costa Rica (en el listado del 2001 figura como *Sotalia fluviatilis*) (Acevedo-Gutiérrez et al. 2005, Gamboa-Poveda y May-Collado 2006, May-Collado y Wartzok 2008, May-Collado 2009, 2010, Larkin com. pers.).
3. Delfín moteado del Atlántico o Delfín tornillo (*Stenella frontalis*) (Figura VII-2b), listada como especie residente, costera y común en Costa Rica (Larkin com.pers.).
4. Orca (*Orcinus orca*). Raramente avistada, no puede listarse como común en el Caribe y no está definida la existencia de una población residente Larkin avistó esta especie al 18 millas de la costa de Manzanillo (Larkin com. pers. 2012).
5. Delfín calderón tropical o de altea corta (*Globicephala macrorhynchus*) (Figura VII-2c). Raramente avistado, no puede listarse como común en el Caribe y no está definida la existencia de una población residente. Larkin avistó 2000 individuos de esta especie de seis a ocho millas de la costa de Manzanillo (Larkin com. pers. 2012).
6. Cachalote (*Physeter macrocephalus*) (Figura VII-2d). Raramente avistada, no puede listarse como común en el Caribe y no está definida la existencia de una población residente (May-Collado 2009). Larkin avistó esta especie al 25 millas de la costa de Manzanillo (Larkin com. pers. 2012).
7. Falsa orca (*Pseudorca crassidens*) (Figura VII-2e). Raramente avistada, no puede listarse como común en el Caribe y no está definida la existencia de una población residente. Larkin avistó esta especie al 18 millas de la costa de Manzanillo (Larkin com. pers. 2012).
- Cachalote enano (*Kogia sima*) (Figura VII-2f). Listada como especie ocasional, oceánica y rara en Costa Rica (en el listado del 2001 figura como *Kogia simus*). Raramente avistada, no

puede listarse como común en el Caribe y no está definida la existencia de una población residente (Palacios-Alfaro 2009). Larkin avistó de 50 a 80 individuos de esta especie a seis/ ocho millas de la costa de Manzanillo, (*com. pers.* 2012).

8. Rorcual común (*Balaenoptera physalus*) (Figura VII-2g). Listada como especie del Pacífico, ocasional y esperable (expected) (May-Collado 2009). Larkin avistó esta especie al 25 millas de la costa de Manzanillo (Larkin *com. pers.* 2012).

Mushé Forcini, pescador local y operador de tour de avistamiento de cetáceos en Manzanillo (*com. pers.* 2012) reporta el avistamiento de grupos de *Sotalia Guianensis* y de *Tursiops truncatus*, tanto individuales como mixtos, de manera sistemática, entre Punta Mona y la desembocadura del río Sixaola. También se refiere a la existencia de un híbrido entre ambas especies, que identifica por la forma de la aleta dorsal (Figuras VII-1 y VII-2).

El delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*) es la única especie confirmada para el Caribe que no se registró en este estudio. Laura May-Collado reporta el avistamiento de esta especie en Gandoca-Manzanillo (May-Collado *com. pers.*)

El cachalote enano y la falsa orca, forman parte de los avistamientos reportados por Shawn Larkin a ocho y 18 millas de la costa respectivamente y no figuran en la lista de cetáceos registrados para el Caribe (Figura VII-2).



**Figura VII-2. Cetáceos reportados para el Caribe sur.**

- a) *Sotalia guianensis*, b) *Stenella frontalis*, c) *Globicephala macrorhynchus*,  
d) *Physeter macrocephalus*, e) *Pseudorca crassidens*, f) *Kogia sima*, g)  
*balaenoptera physalus* y h) *Tursiops truncatus*.  
Trichechus 2012. Imágenes a- g [www.mimundoanimal.com](http://www.mimundoanimal.com) y [www.flickrriver.com](http://www.flickrriver.com) y h donada por A. Klapfer



### VII.1.5. Conclusiones y Recomendaciones

Según este estudio, hay más especies de cetáceos en el SICCS que las reportadas anteriormente para el Caribe sur costarricense, algunas con comportamientos peculiares. Todos nuestros reportes son de avistamientos en zonas más cercanas a los 70 km de la costa.

Lo anterior sugiere la necesidad de revisar y modificar el listado de cetáceos para el Caribe sur, así como su estatus, aumentar el monitoreo de cetáceos mar adentro e incrementar las investigaciones en las especies menos estudiadas.

Hay actividades humanas que causan mortalidad directa de cetáceos, mientras que otras actividades afectan indirectamente las poblaciones (ej. incremento de niveles de ruido bajo el agua) ya que no causan mortalidad inmediata sino que tienen un efecto acumulativo deteriorando el bienestar de las poblaciones y su hábitat (May-Collado *et al.* 2007).

El ruido asociado a los motores ha incrementado considerablemente en áreas importantes para la alimentación y reproducción de cetáceos. Los cetáceos dependen 100% del sonido para reproducirse y alimentarse, niveles altos de ruido pueden afectar la sobrevivencia al interrumpir su comunicación y señales de alimentación (May-Collado *com. pers.* 2012).

Otras amenazas que no han sido directamente documentadas pero que deben ser consideradas incluyen la sobre explotación de poblaciones de peces y fauna asociada, que son la base de la alimentación de los cetáceos.

El río Sixaola arrastra gran cantidad de químicos utilizados por las bananeras. Esta contaminación podría estar alterando el hábitat y la disponibilidad de alimento para ambas especies de delfines (*Tursiops truncatus*, *Sotalia guianensis*) (Gamboa-Poveda y May-Collado 2006). Se sugiere también que los delfines podrían acumular metales pesados en su grasa, al consumir peces que se alimentan en el río Sixaola y zona de influencia.

La evidencia de tamaños poblacionales bajos para *Tursiops truncatus*, *Sotalia guianensis*, residencia relativamente alta y posible formación de híbridos, merece mayores investigaciones que incorporen un

componente genético. La posible existencia de híbridos entre ambas especies (Forestell *et al.* 1999, Acevedo-Gutiérrez *et al.* 2005) debe ser considerada con prudencia, hasta que haya evidencia genética de su existencia (Gamboa y May-Collado 2006).

Las amenazas (tanto las identificadas como las potenciales) llaman a diversos tipos de acciones de conservación:

- Refuerzo del “Reglamento para la Operación de Actividades Relacionadas con Cetáceos” emitido en Costa Rica en el año 2005.
- Zonificación marina con áreas de velocidad reducida (no hay estudios sobre la velocidad actual).
- Investigación y monitoreo de cetáceos en el SICCS.
- Actividades de información, capacitación, educación y sensibilización con respecto a los cetáceos, para diversos sectores y edades dentro de las comunidades locales.
- Control de deforestación así como reforestación en cuencas ya alteradas.
- Instalación de períodos de veda en las especies presa de los delfines. Instalación de medidas y certificaciones de “Pesca Responsable” en Gandoca.
- Proyectos de agricultura orgánica o biológica, al menos en las cuencas de los ríos principales.
- Regulación y control de la pesca artesanal y atunera (mar adentro) (la amenaza es potencial y referida sobre todo a la actividad pesquera en el Pacífico).

Muchas de las actividades anteriores requieren más conocimiento y control sobre un área marina mayor que la abarcada por el RNVS-GM. Sin embargo, de nada serviría aumentar las restricciones en la situación actual en la cual el SINAC no tiene la capacidad instalada para aplicar las restricciones. Con base en lo anterior es más eficiente trabajar en planes de protección comunitarios y consensuados, en algunos incentivos y contar con el apoyo económico del sector turístico que se beneficia por la existencia de los cetáceos en la región.

## VII.2. El Manatí

### VII.2.1. Introducción

El orden Sirenia está representado por tres especies de manatíes y una especie de Dugong distribuidos en regiones tropicales y subtropicales del mundo, todos están considerados vulnerables a la extinción (Bonde *et. al.* 2004). El género *Trichechus* es principalmente de distribución tropical y se encuentra a lo largo de la Vertiente Atlántica (UNEP 2010).

El Manatí antillano (*Trichechus manatus*) se distribuye por el sur hasta Bahía, en Brasil y en el norte hasta Rhode Island, en Estados Unidos (UNEP 2010). *Trichechus manatus* es uno de los mamíferos más escasos y amenazados de Costa Rica (Jiménez 1999); está protegido y regulado por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No.7317 (Asamblea Legislativa 1992); está incluido en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y está considerado como especie “amenazada” por la UICN (UNEP 2010).

Estos animales prefieren áreas con vegetación acuática abundante, temperaturas intermedias, cobertura forestal, y lugares en el que el tráfico de embarcaciones a motor no sea muy alto (Jiménez 2005b, UNEP 2010). El mejor hábitat y el mayor núcleo poblacional de la especie en el país se encuentra en los humedales costeros de las llanuras de Tortuguero (Reynolds *et al.* 1995, Jiménez 1998 y 1999, Smethurst y Nietschmann 1999).

En el Caribe sur, el manatí fue reportado en los ríos Sixaola y Carbón (Jiménez 2005b), en la laguna de Gandoca (Fonseca *et. al.* 2007) y en arrecifes coralinos entre Costa Rica y Panamá (UNEP 2010). Recientemente han aumentado los reportes de manatíes en el mar, frente a Limón (J. González *com. pers.* 2010).

Durante el 2011 la Fundación Trichechus realizó un reporte sobre los avistamientos de manatíes en el área marino costera entre el río Sixaola y el Parque Nacional Cahuita, información que se incorpora en esta investigación.

En Costa Rica, las principales amenazas para el manatí han sido la cacería, la captura en trasmallos, la pérdida de hábitat, la contaminación por pesticidas y minería y el tráfico de embarcaciones a motor (UNEP 2010), siendo esta última la amenaza más reportada en el presente (Jiménez 2005b).

### VII.2.2. Métodos

Los métodos utilizados en este proyecto combinan los resultados de la investigación de la Fundación Trichechus del año 2011 (sin publicar), diez entrevistas a actores clave y pescadores locales y verificación de la presencia de manatíes a través de avistamientos directos y rastros de alimentación del manatí. Para conocer en detalle las investigaciones sobre manatíes ver Anexo 8.

Se caracterizó el hábitat del manatí (profundidad y temperatura de los cuerpos de agua) en la desembocadura del río Sixaola y la laguna de Gandoca por medio de un sonar de barrido lateral marca Hummingbird® modelo 998c SI (Johnson Outdoors Inc., St. Racine, WI, USA).

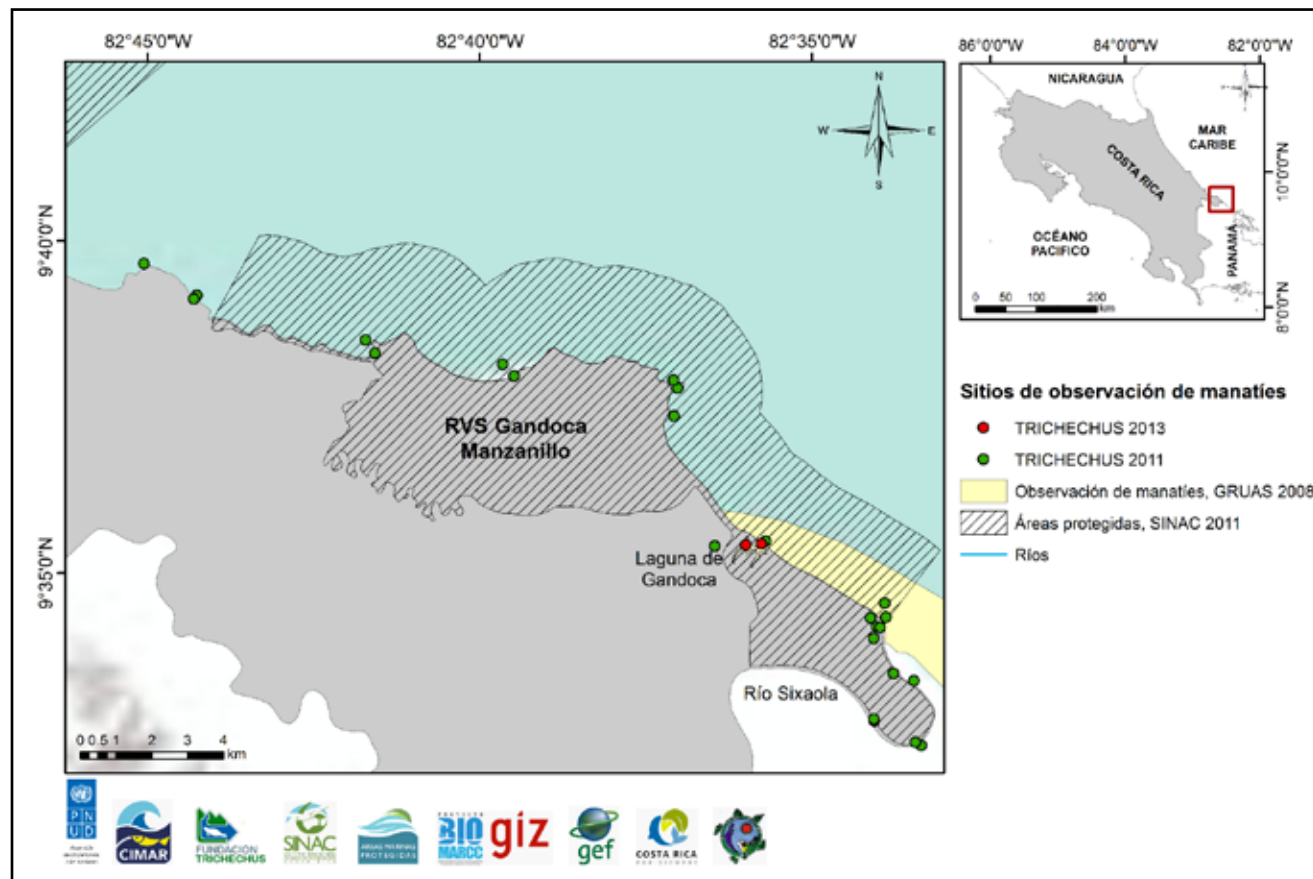
Se entrevistaron pescadores, buzos de langosta, guías de pesca, guías de kayaks, guías de turismo terrestre, surfers, guías de buceo, funcionarios del MINAE, investigadores, tour operadores, prestadores de servicios turísticos y habitantes locales del SICCS.



## VII.2.3. Resultados

### VII.2.3.1. Avistamientos de manatíes

Entre los años 2011 y 2013 se avistaron manatíes entre la desembocadura del río Sixaola y Puerto Viejo de Talamanca (Figura VII-3), confirmando que la especie presente en la zona es *Trichechus manatus manatus* y no otra especie de mamífero marino o un pez de gran tamaño como el mero (*Epinephelus marginatus*) o el sábalo real (*Megalops atlanticus*).



**Figura VII-3. Sitios de avistamiento de manatíes en el Caribe Sur de Costa Rica (años 2011 y 2013).** Trichechus 2012.



La mayoría de los manatíes fue avistada en superficie, por pobladores locales. Los habitantes que más han visto manatí son los guías de pesca turística, los guías de buceo y los habitantes de la boca del Sixaola (Figura VII-4a). Un poco más de la mitad de los entrevistados ha visto al menos un manatí en la zona. El detalle de los avistamientos puede verse en el Cuadro VII-1.

Los sitios más comunes de avistamiento están a menos de 400 metros de la línea de costa, en la desembocadura del río Sixaola (se reportan avistamientos frecuentes de manatíes incluyendo grupos de hasta 7 individuos) y en la laguna de Gandoca, Punta Mona y Cócles (avistamiento frecuente y algunos animales grandes entre 2,5 y 3 m).

En la bahía de Sixaola se identificaron extensos comederos con rastros recientes (Figura VII-4c). La cuenca baja del río Sixaola está conformada por un sistema de humedales dominados por *Raphia sp.* con abundante vegetación emergente y flotante, especialmente pastos de la familia Poacea (Figura VII-4d).

Frente a la boca de la Laguna de Gandoca se avistaron directamente (Figura VII-4b):

- Dos manatíes adultos de gran tamaño, que salían a respirar en periodos de tres a cuatro minutos; flotando durante periodos breves cerca del bote (octubre del 2011) (Figura VII-4b).
- Un individuo de gran tamaño a mayor distancia del bote (octubre del 2011).
- Dos individuos (enero del 2013).

Esta laguna no cuenta con una oferta alimenticia para el manatí, ya que no hay evidencia de pastos emergentes, flotantes o vegetación sumergida.

Zona de abordaje	Parte baja y desembocadura del río Sixaola	Laguna Gandoca, Pta. Mona y Manzanillo	Punta Uva	Cocles-Salsa Brava-Pto. Viejo	Totales
# de entrevistados por localidad	4	13	3	17	38
# de entrevistados que han avistado al menos un manatí	4	8	3	7	22
# entrevistados reportan avistamientos por sitio	7*	8	3	7	25
# entrevistados reportan avistamientos desde la superficie	4	7	0	6	17
# entrevistados reportan avistamientos submarinos	0	1	3	1	4

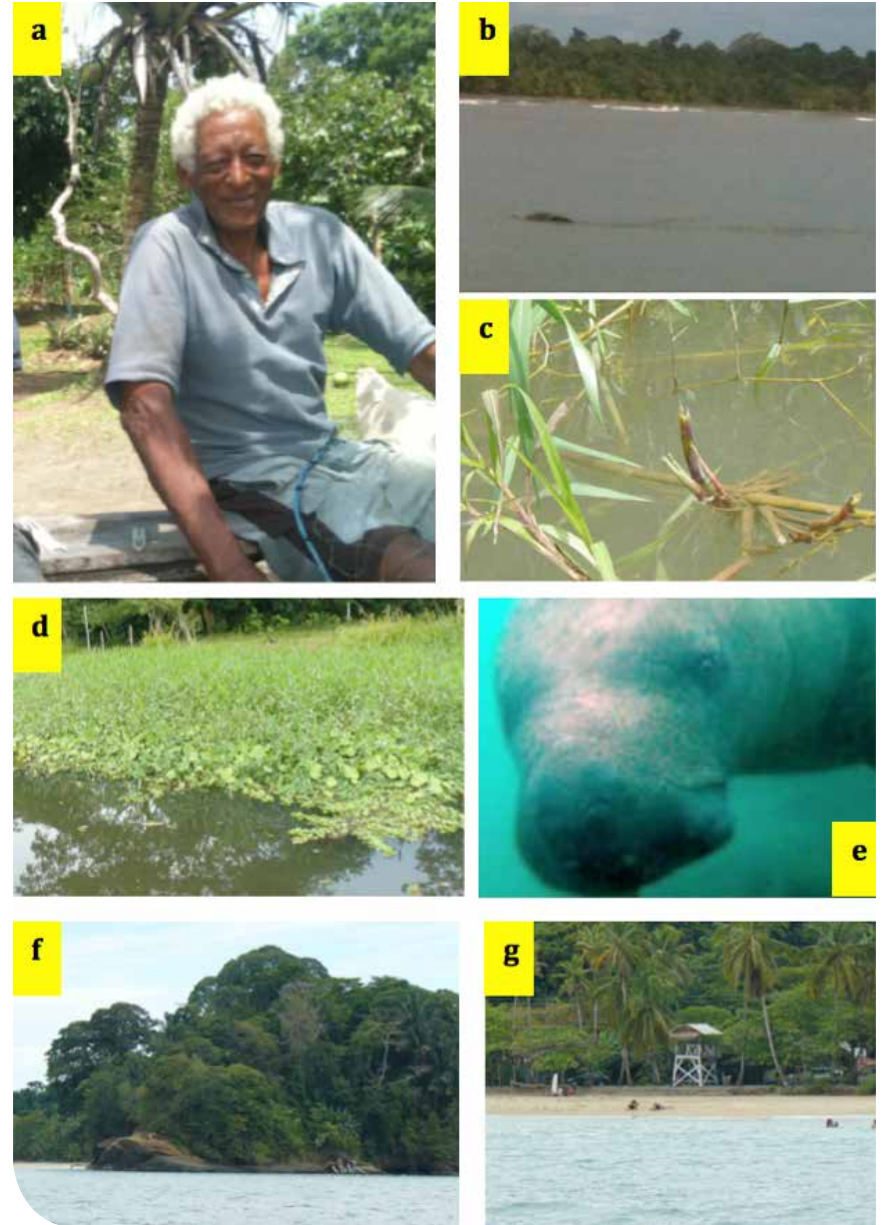
**Cuadro VII-1. Avistamientos de manatí en el Caribe Sur.**

Trichechus 2012.

### II.2.3.2. Comportamiento de los manatíes

Los manatíes avistados en la bahía de Sixaola y en los alrededores de la isla de Punta Mona (Figura VII-3) presentaron un comportamiento conocido como “brama”, que hace referencia al estado de celo del ganado, en el que los animales se ven como “gusanera”. Esta analogía describe el comportamiento reproductivo de la especie, que consiste en grupos de manatíes machos revolcándose en una lucha por copular con una hembra en celo.

También en la zona se destaca el comportamiento dócil de los animales que son avistados submarinamente. De forma atípica los manatíes se acercan tanto a los buzos que “hasta podrían tocarse”. Hay videos y fotografías (Larkin *com. pers.* 2012) de manatíes en la zona marino-costera del Caribe sur (Figura VII-4e), algunos se acercan mucho a los botes y presentan un comportamiento dócil y curioso.



**Figura VII-4. Manatí en el Caribe Sur.**

a) Padi, el hermitaño de Punta Mona, b) Avistamiento frente a la Laguna de Gandoca, c y d) Rastros frescos de alimentación de manatíes en Sixaola, e) Manatí en sector Manzanillo (tomado por Shawn Larkin), f) Punta Uva y g) Playa Cócles.

#### VII.2.4. Conclusión

Antes de esta investigación, la distribución de las poblaciones de manatí en Costa Rica se restringía a (Reynolds *et al.* 1995, Jiménez 1998 y 1999, Smethurst y Nietschmann 1999 y Jiménez 2005b, Fonseca *et. al.* 2007 y ANEP 2010):

- La frontera entre Nicaragua y Costa Rica (incluyendo la desembocadura del río San Juan y los canales de la Barra de Colorado).
- Los canales en el Parque Nacional Tortuguero.
- Los ríos Sixaola y Carbón.
- La Laguna de Gandoca
- Áreas coralinas del Caribe Sur.

En la actualidad se ha confirmado la presencia de la especie en el río Sixaola, así como en el área marino costera entre la barra de Hone Creek y la boca del río Sixaola. Esto refuerza lo identificado en el resto del Caribe, dónde los rangos de distribución incluyen la costa de México, América Central llegando hasta el sur de Recife en Brasil.

Este estudio presenta el primer abordaje sistemático de los reportes de avistamientos directos así como los brindados por los habitantes y visitantes a los distintos puntos del Caribe Sur de Costa Rica. Es así que se brinda la información necesaria para ampliar el área de distribución

del manatí antillano en Costa Rica a las zonas marino costeras desde la boca del río Sixaola hasta el río Carbón.

La cuenca baja del río Sixaola tiene buenas condiciones de hábitat para el manatí y, a diferencia de la laguna de Gandoca, cuenta con comederos de poáceas de algunos cientos de metros utilizados para alimentación.

El Río Sixaola debería considerarse hábitat prioritario para la especie como sitio de alimentación y reproducción.

Al igual que en el Caribe Norte costarricense, gran parte del hábitat marino del manatí se encuentra bajo alguna categoría de manejo, ya que los avistamientos coinciden con el área cubierta por el RNVS-GM. Se recomienda continuar con la investigación de la especie para profundizar en el conocimiento de su ecología y rango de hábitat que sirva para afinar las estrategias binacionales de conservación.

Lo anterior puede fortalecerse con el apoyo de un sistema participativo de monitoreo de la especie para toda su distribución marino costera desde Río Sixaola hasta el Parque Nacional Cahuita. Los instrumentos para establecer este monitoreo pueden verse en el Anexo 8.

A pesar de los registros comunes de la especie en el Caribe Sur, el manatí sigue siendo el mamífero continental más raro del país y uno de los más amenazados. Por ello lo que no se recomienda promover ningún tipo de uso turístico de la especie (mientras se carezca de investigaciones más profundas).





## VIII. TORTUGAS MARINAS

### VIII.1. Introducción

Las tortugas marinas son reptiles que han habitado el océano desde hace millones de años y han estado presentes desde tiempos antiguos en la alimentación, economía y cultura de muchas sociedades costeras (Frazier 1999). Han sido un grupo diverso y ampliamente distribuido por todo el planeta; hoy se encuentran fuertemente amenazadas por las diferentes actividades humanas realizadas tanto en los océanos como en tierra firme.

Todas las especies de tortugas marinas han sido enlistadas como especies en severo peligro de extinción por el libro rojo de la UICN y en el apéndice I de CITES, lo que certifica su inminente estado crítico (Asociación ANAI 2000).



Hay siete especies de tortugas marinas organizadas en seis géneros y dos familias. Por un lado está la familia Cheloniidae, compuesta por las especies *Caretta caretta* (tortuga caguama), *Chelonia mydas* (tortuga verde), *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey), *Lepidochelys kempii* (tortuga de Kemp), *Lepidochelys olivacea* (tortuga lora), y *Natator depressus* (tortuga plana). Por otro lado está la familia Dermochelyidae, la cual incluye sólo a una especie, *Dermochelys coriacea* (tortuga baula o laúd) (Frazier 1999).

En Costa Rica anidan cinco de las siete especies de tortugas marinas mencionadas. Recién en 1990, a través de estudios científicos, se comenzó a documentar el proceso de anidación de las diferentes especies presentes en el Caribe sur, primero por la asociación ANAI y luego por la Asociación WIDECAST (Chacón 1999).

Las tortugas presentes en el Caribe Sur, en orden de abundancia, son: baula, carey, verde y caguama (Figura VIII-1) (Chacón *et al* 1996). Se ha visto que estas tortugas son altamente migratorias y que existe un enlace entre los ecosistemas del Norte y del Sur de la costa Caribe en Costa Rica (Chacón 2001).

En el SICCS la anidación de las tortugas se distribuye desde el pueblo de Cahuita hasta Playa Negra, desde Puerto Vargas hasta Puerto Viejo, en las pequeñas playas entre Puerto Viejo y Punta Mona y en playa Gandoca (Asociación ANAI 2000, Luis Fonseca *com. pers.*).

### VIII.2. Métodos

Con el fin de recopilar información reciente sobre las tortugas marinas del SICCS se realizó una revisión bibliográfica (con énfasis en los informes anuales generados por la Asociación ANAI y la Asociación WIDECAST), se mantuvieron comunicaciones personales con investigadores y se realizó un sondeo exploratorio de percepción local sobre los recursos marino-costeros. Para conocer en detalle las investigaciones sobre tortugas marinas ver Anexo 9.

### VIII.3. Las playas de anidación

A continuación se realiza una breve descripción de las playas de anidación de Tortugas marinas en el Caribe Sur.

#### VIII.3.1. Playa Gandoca

La playa de Gandoca (Figura VIII-1e) es una franja de alta pendiente, de 8.85 km de longitud que va desde Punta Mona hasta la desembocadura del río Sixaola (Chacón 1999). En general, es una playa de difícil acceso, cubierta parcialmente por basura orgánica (cocos, troncos) y variedad de desechos plásticos arrastrados por corrientes marinas, provenientes de los centros de población cercanos y las plantaciones de banano. En cuanto al clima, esta playa presenta dos períodos de baja temperatura y alta precipitación (Febrero-Marzo y Mayo-Julio), lo cual influye en las tasas de eclosión y la sobrevivencia de los neonatos (Chacón *et al* 1996).

#### VIII.3.2. La Playita

Es una pequeña playa (800 m) ubicada detrás de Punta Mona, tiene arena blanca de grano más bien grueso, típica de playas cercanas a arrecifes de coral, en donde anidan más tortugas carey que en otros sectores de Playa Gandoca (Figgener 2009).

#### VIII.3.3. Cahuita - Playa Negra

Playa Negra (Figura VIII-1f) es una playa de aproximadamente 9.5 km, cuya mayor parte está dentro del Parque Nacional Cahuita. Tiene arenas de color oscuro, a excepción del extremo norte cerca del poblado de Cahuita, donde la arena es blanca debido a la existencia de arrecifes coralinos.

En el año 2000 se contabilizaron aproximadamente 213 nidos de *D.*



*coriacea*, 70 nidos de *E. imbricata* y 17 de *C. mydas*. El sector de Punta Cahuita es particularmente importante para la anidación de *E. imbricata* y *C. mydas* (Chacón & McFarlane 2005, Chacón 2001).

#### VIII.4. Las tortugas en el SICCS

A continuación se describen el estado de las tortugas marinas que anidan en la zona del Caribe Sur costarricense por cada playa de anidación.

##### VIII.4.1. Tortuga baula

Las hembras que anidan en playa Gandoca también lo hacen en Playa Negra (Chacón 2001) y pueden anidar hasta 8 veces en una misma temporada (Fonseca & Chacón 2010). La inclinación elevada de esta playa, es especial para la tortuga baula, que suele anidar justo después de la marca de marea alta o debajo de ésta (Chacón 1999).

A pesar de lo anterior, en el RNVS-GM un alto porcentaje de baulas anida entre las marcas de mareas, con el subsecuente riesgo de pérdida de la nidada (Chacón 1999). Los sitios con más baja anidación coinciden con áreas de desembocaduras de ríos, zonas con alta densidad de madera a la deriva y áreas rocosas de Punta Mona (Chacón 2001).



En términos generales, la anidación en Playa Gandoca va desde febrero a agosto, con un pico entre abril y mayo (Chacón 2001). Se reporta una tendencia al aumento poblacional, inconstante pero creciente (Chacón 2001, Troeng *et al* 2004). Sin embargo, hay que tener cuidado con la interpretación de estos datos, ya que no se tienen aún suficientes años de monitoreo para cubrir tres generaciones, tiempo sugerido por la UICN para ver una tendencia clara (Malaver & Chacón 2009).

En el 2010, último año del que se tiene reporte, se registraron 562 eventos de anidación, de los cuales solo 232 fueron exitosos, y un valor de 507.4 mm de precipitación, el cual correspondió al valor de lluvia más bajo obtenido en 7 años. El éxito de eclosión fue de 54%, el segundo más bajo desde el 2004. Esta disminución se pudo haber dado por la falta de humedad en los nidos debida a la escasez de agua (Fonseca y Chacón 2010).

*D. coriacea* es la especie que más anida en Cahuita - Playa Negra, seguida por *E. imbricata* y *C. mydas* (Chacón 2001). El pico de anidación para *D. coriacea* en esta playa es en abril, mientras que para las otras dos especies no se ha observado un pico pronunciado sino una anidación más o menos constante entre junio y octubre (Chacón 2001).

Los esfuerzos de conservación se han enfocado sobre todo en disminuir la recolección ilegal de huevos por parte de la población de pescadores de Puerto Viejo, Hone Creek y Punta Riel, con ayuda de autoridades pertinentes para limitar el acceso de los saqueadores a la playa (Chacón 2001).

##### VIII.4.2. Tortuga carey

La tortuga Carey anida en playa Gandoca, aunque con menor frecuencia que la tortuga Baula. En la Playita hay mayor frecuencia de anidación y alta densidad de nido ya que, por decreto presidencial, los huevos no pueden ser cambiados de sector de playa. La tortuga carey anida entre febrero y octubre, con pico a mediados de julio, buscando anidar más hacia la línea de marea alta y la berma que hacia la línea de marea baja (Figgenger 2009).

El porcentaje de eclosión tanto en vivero como en estado natural ronda el 70%. Entre 1998 y 2010, hubo una tendencia a la baja en la cantidad de nidos de tortuga carey en RNVS-GM (Chacón 2001, Figgenger 2009).



En Cahuita - Playa Negra, entre el 2001 y el 2008, hubo intermitencia de períodos con alta y baja anidación, siendo los mejores años el 2001, el 2003 y el 2008 (Hancock 2008). La mayoría de nidos se encuentra en Playa Negra, seguida del sector Punta Cahuita y Playa Blanca. En Cahuita las tortugas carey suelen anidar principalmente sobre la berma de la playa (Hancock 2008).



En el sector de Puerto Vargas se ha observado saqueo constante de nidos de carey, por lo que todos los nidos han sido reubicados en vivero (WIDECAS 2008).

### VIII.4.3. Tortuga verde

La anidación de tortuga verde en Cahuita y Gandoca es muchísimo menor que en el Caribe norte. En general se registran entre 15 y 20 nidadas anuales por playa (Fonseca & Chacón 2010, Hancock 2008).



### VIII.7. Conclusión y Recomendaciones

Las tortugas marinas del Caribe sur han sido estudiadas de manera continua por más de dos décadas, a diferencia de la mayoría de los demás objetos de conservación marinos del SICCS. Se crearon programas complejos con protocolos rigurosos, para asegurar una labor eficiente y dirigida a la conservación de estas vulnerables especies a largo plazo.

En particular, la anidación de los mismos individuos en playas colindantes como parte de su estrategia reproductiva fuerza a realizar estrategias regionales de conservación que integren todas las playas de la zona (Asociación ANAI 2000), así como a unificar las bases de datos generadas para compartir la información con todas las instituciones presentes a lo largo de toda la costa Caribe.

Las playas del RNVS-GM son importantes lugares de anidación para las tortugas marinas, en especial para la tortuga baula y la tortuga carey. Los esfuerzos continuos durante tantos años están dando frutos, ya que se está viendo una ligera recuperación en las poblaciones, aunque existe una variación interanual, debida tanto a la estrategia de anidación dispersa como a fenómenos climáticos extremos.

Las especies de tortugas marinas, en sus diferentes etapas de vida, usan los ecosistemas presentes en Cahuita para su alimentación. Es de resaltar la presencia de juveniles de *C. caretta*, única especie de la cual no se tienen registros de anidación.

La participación de la comunidad local ha sido crucial para el éxito del proyecto de conservación de las poblaciones de tortuga baula y carey del Caribe Sur. Durante décadas, los habitantes locales se comprometieron activamente en la protección de las tortugas, capacitándose y convirtiéndose en líderes de patrullaje de playa y coordinadores del proyecto.

Patrullajes efectivos, reubicaciones exitosas de nidos y exhumaciones a tiempo de nidos aumentaron la posibilidad de éxito de las nidadas, incrementando así el número de neonatos liberados y por tanto ayudando a la recuperación a futuro de las poblaciones. Asimismo, con ayuda del Ministerio de Seguridad Pública, se redujo la colecta ilegal de huevos, registrándose una disminución de las acciones ilegales en más del 98% (Asociación ANAI 2000, Chacón 2001, Malaver & Chacón 2009, Fonseca & Chacón 2010).

En la actualidad, se detuvieron las investigaciones y monitoreo en Gandoca, debido a conflictos entre una ONG, la comunidad y el MINAET. Se recomienda:

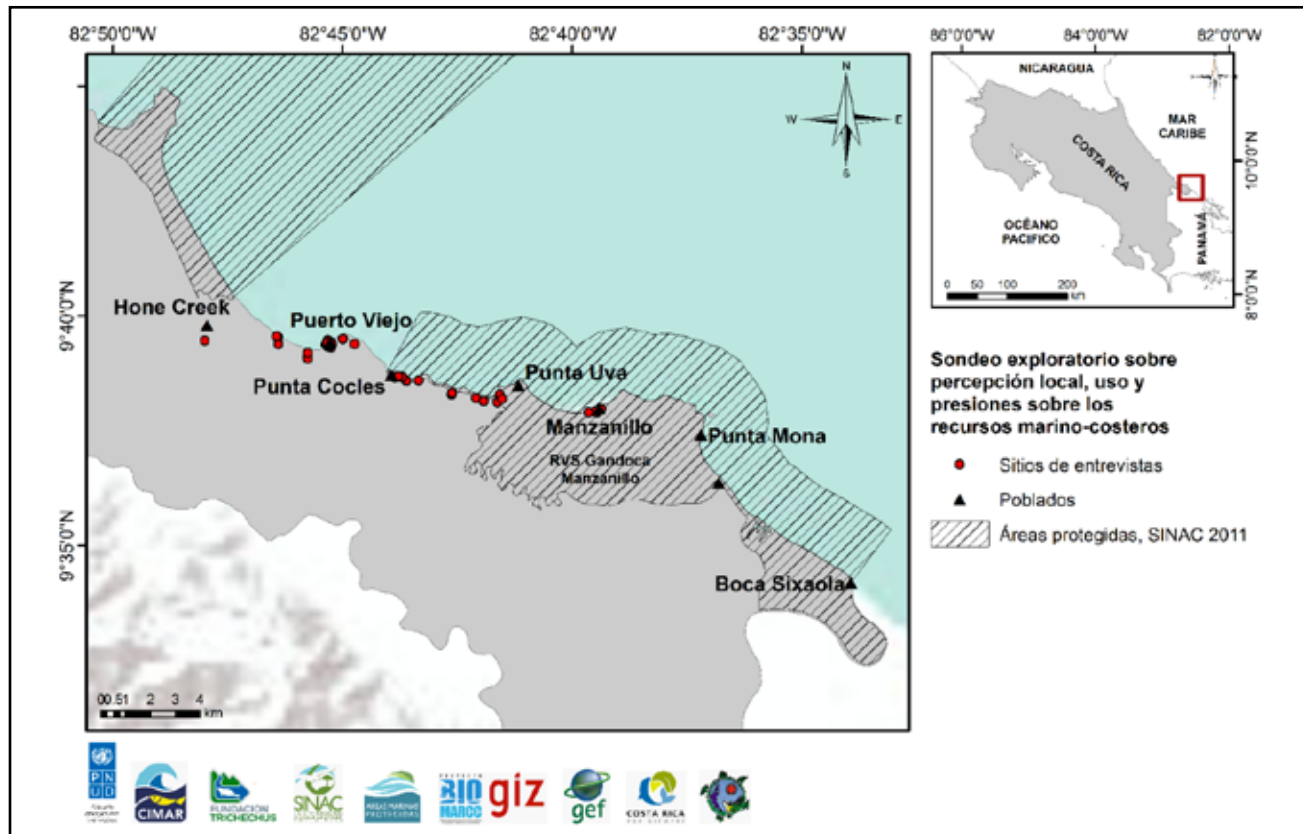
- Retomar el monitoreo de la playa de Gandoca con los protocolos ya empleados durante 20 años.
- Facilitar los permisos de investigación para estimular la participación de la comunidad local en el monitoreo de tortugas, generando empoderamiento y protección efectiva del capital natural local, generando en simultáneo recursos para los locales.
- Facilitar un proceso de resolución de conflictos en la comunidad de Gandoca, para conseguir una efectiva protección de las tortugas marinas en la zona.
- Reforzar investigaciones sobre el uso de hábitats de alimentación y descanso adyacentes a las playas de anidación. Información relevante para determinar estrategias integrales de conservación.
- Continuar el monitoreo submarino realizado en el PN Cahuita y extenderlo hacia la zona de Gandoca.



## XI. PERCEPCIÓN LOCAL, USOS Y PRECISIONES SOBRE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

A continuación se presenta un resumen de los hallazgos, conclusiones y recomendaciones emanantes del sondeo de percepción local, usos y presiones sobre los objetos de conservación. La población entrevistada

incluyó las comunidades de Playa Negra, Puerto Viejo, Cocles, Playa Chiquita, Punta Uva, Manzanillo y Gandoca (Figura XI-1).



**Figura XI-1. Sitios de sondeo de percepción local, usos y presiones sobre los objetos de conservación en el Sitio Prioritario Gandoca.**

Trichechus 2012.

### XI.1. Población entrevistada

En diciembre 2012, se entrevistaron 61 personas desde Playa Negra hasta Gandoca. La mitad de los entrevistados reside entre Playa Negra y Puerto Viejo, un cuarto entre Cocles y Punta Uva, un 13% en Manzanillo, otro 13% en Cahuita y alrededores y el 3% en otros sitios cercanos. Para detalles sobre este sondeo ver Anexo 2.

El 8% de los entrevistados fueron adultos mayores, asegurando la presencia de opiniones y percepciones de gente que conoce y vive la región desde hace por lo menos 60 años. Además, los entrevistados tuvieron un nivel de escolaridad elevado, comparado con los promedios del cantón. Esto muestra que los grupos de interés de este sondeo (personas que desarrollaron hoteles, restaurantes, comercios u otros trabajos independientes) han tenido formación escolar elevada.



En cuanto a cobertura en salud, los entrevistados tuvieron menor cobertura que la identificada para el cantón.

El origen de los pobladores de la zona es variado, pero en particular en este sondeo hubo un porcentaje de extranjeros mayor que el del cantón. Es posible que esto se deba a la selección de grupos de interés o bien a que los extranjeros de Talamanca estén acumulados en la zona costera.

La mitad de los entrevistados tiene menos de 15 años de residencia en la zona, implicando una perspectiva temporal corta para interpretar el estado de los recursos marino-costeros. Sin embargo, incluso apenas 10 años de residencia permitieron visualizar deterioros importantes en dichos recursos.

El turismo es el eje productivo de la zona y son los recursos marino-costeros los que atraen al turista a la región, aunque también lo es la "fiesta" y el turismo sexual. Poca gente percibe al monocultivo de banano como actividad productiva clave en la zona. Esto puede deberse a que las bananeras están "detrás" de la línea de costa, bordeando la carretera hacia Panamá.

Los lugareños se sienten amenazados por la inseguridad y violencia en las calles, el deterioro del ambiente (con énfasis en basura y contaminación por aguas negras y agroquímicos), la problemática causada por las demoliciones, el tema de titulación de la propiedad en la zona marino terrestre, la situación económica general, la falta de oportunidades que se relaciona con el "abandono por parte del Estado" y la pérdida de identidad local.

*¿Qué hace la gente? ¿Qué sabe la gente? ¿Qué percibe la gente? Estos son los temas clave de este estudio.*

## **XI.2. Los recursos marino-costeros**

*¿La población local se siente personalmente beneficiada por la existencia de los recursos marino-costeros? ¿El sentirse beneficiados los hace más sensibles hacia dichos recursos? ¿Esto promoverá un espíritu de cuidado de los recursos? ¿Facilitará su manejo?*

En este sentido, la gente tiende a pensar que "los otros", reciben más beneficios de los recursos marino-costeros, que ellos mismos (el entrevistado). Los locales tienden a sentirse beneficiados cuando el recurso marino-costero les da acceso al dinero, lo que sugiere una percepción mercantilista de la naturaleza. Sin embargo, hay quienes experimentan el beneficio del placer, la educación y la gastronomía, entre otros.

*¿Qué actividades se realizan con los recursos marino-costeros? ¿A qué presiones están sometidos?*

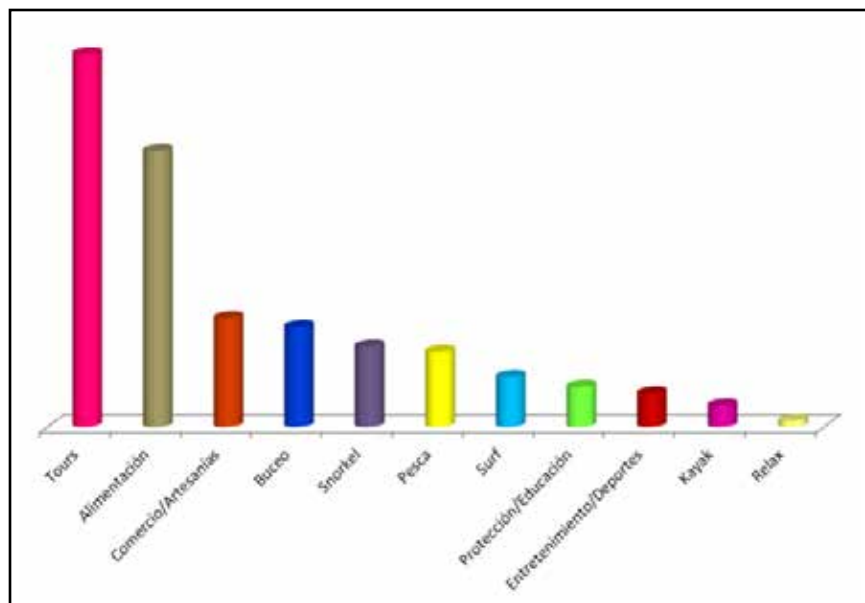
En la zona hay tours de visita y observación (corales, manglares, cetáceos, laguna de Gandoca), hay gastronomía comercial (peces comerciales, langostas, huevos de tortuga) y de subsistencia (carne y huevos de tortuga, cambute), comercio (se sostiene en gran parte por la actividad turística), pesca, entretenimiento, deportes, relax y, por supuesto, protección y educación (Gráfico XI-1).

*¿Los locales creen que dichas actividades amenazan a los recursos marino-costeros? ¿De qué manera los afectan?*

La población local es en general poco perceptiva sobre su propio impacto sobre el ambiente y sólo una pequeña proporción piensa que la comunidad daña ciertos recursos marino-costeros.

La gente identificó poca variedad de causas que dañen los recursos marino-costeros, siendo la contaminación la amenaza "favorita". Parece ser una respuesta fácil, no dirigida específicamente al recurso y además, no es la contaminación que "yo produzco" sino la de los botes, de la bananera, de "los cochinos que botan la basura" (Gráfico XI-2).

Otra amenaza relevante fue la sobreexplotación y el consumo (Gráfico XI-2). Esto sugiere que los locales sienten o saben que hay una explotación insostenible de ciertos recursos marino-costeros, sin embargo esta respuesta pierde solidez al contrastarla con el tipo de actividades descritas para la zona. Entonces nos preguntamos: ¿Cuál es la "verdad"? ¿La de una zona basada en actividades de observación de los recursos y consciente? ¿La de una zona en la que se extraen recursos de forma insostenible y muchas veces ilegal? ¿Una combinación de las dos anteriores?



**Gráfico XI-1. Usos de los recursos marino-costeros del Sitio Prioritario Gandoca.**

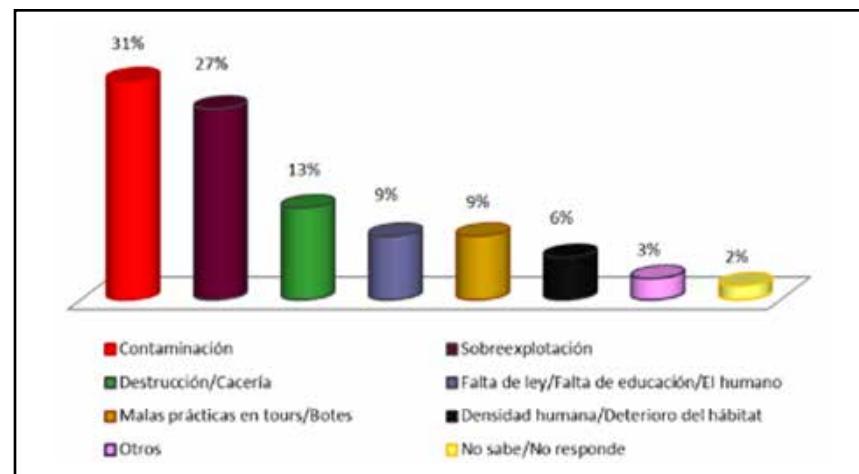
Trichechus 2012.

Mucha gente piensa que los daños a los recursos marino-costeros son producidos por la falta de legislación, falta de control, falta de educación y falta de conciencia (Gráfico XI-2). Todas estas son causas ajenas al entrevistado y, para su mitigación, requieren en general de la intervención estatal, de una ONG o de un grupo organizado.

Las malas prácticas en tours fueron alegadas como causantes de daños a corales, cetáceos, manglares, langostas y manatíes (Gráfico XI-2). Más específicamente se nombró el impacto de botes y motores sobre manatíes, corales, pastos marinos y cetáceos. Sólo una minoría mencionó el tema de la densidad humana y el desarrollo costero incontrolado.

Siguiendo la línea de pensamiento de pobladores locales, las soluciones para los recursos marino-costeros serían el aumento de alternativas laborales o alternativas de consumo, la aplicación de legislación y educación referente a la contaminación, mayor presencia institucional y control, la capacitación en buenas prácticas y supervisión de éstas y la puesta a punto de planes reguladores costeros adecuados.

Un tercio de la población piensa que no hay impactos negativos sobre los recursos marino-costeros. Este grupo merece ser foco de campañas de sensibilización y generación de conciencia, sobre amenazas a los recursos marino-costeros locales y globales.



**Gráfico XI-2. Percepción local sobre las causas del deterioro de los recursos marino-costeros en el Sitio Prioritario Gandoca.**

Trichechus 2012.

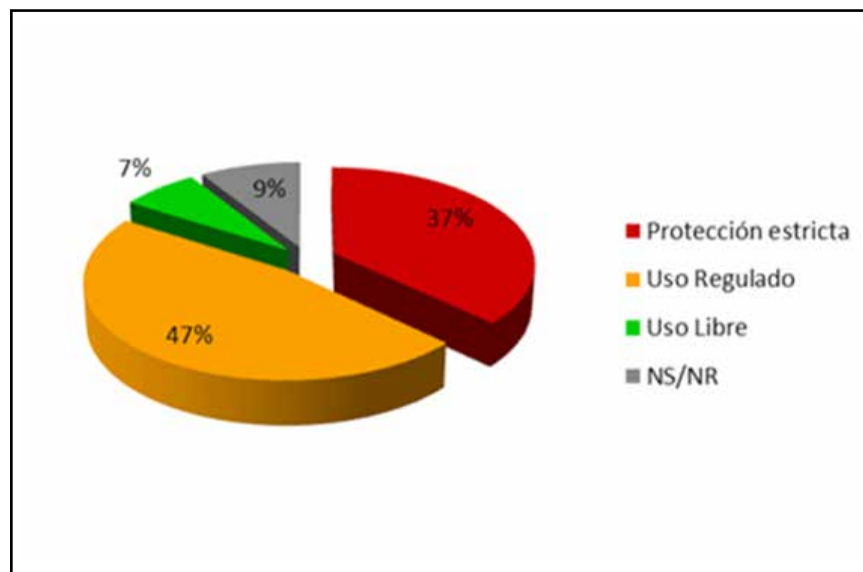
*¿Cómo están los recursos, mejor, peor o igual?*

Un poco más de la mitad de la gente entrevistada piensa que los recursos marino-costeros están peor; el resto no sabe o dice que están igual. Incluso hay quienes piensan que están mejor, porque se protege, no se extrae o hay extracción regulada, hay conciencia y respeto, o bien porque está más limpio. Es decir que hay un porcentaje importante de la población que necesita conocer y sensibilizarse con estos recursos, los cuales, según ellos mismos son los grandes responsables de atraer al turismo y darles sustento.

*¿Qué tenemos que hacer con los recursos marino-costeros?*

La mitad de la gente entrevistada apoya un uso regulado "necesitamos límites, necesitamos controles"; una fracción importante apoya

la protección estricta, en general con recursos que no les afectan directamente o bien diciendo “ni modo si no lo protegemos lo perdemos” (Gráfico XI-3).



**Gráfico XI-3. Percepción local sobre el tipo de manejo requerido para los recursos marino-costeros del SPG.**

Trichechus, 2012.

Esta población expresa en una gran mayoría anuencia a restringir o regular el uso de ciertos recursos marino-costeros. Los principales candidatos para la protección absoluta fueron el manatí, el cambute y las tortugas. Hubo división de opiniones entre la protección absoluta y el uso regulado para la laguna de Gandoca y los pastos marinos. Con los peces comerciales, las langostas y las playas, una franca mayoría apoyó el uso regulado.

### **XI.2.1. Resumen de la percepción local sobre los recursos marino-costeros**

Nos encontramos con una población “educada”, que percibe a los

recursos marino-costeros como fuente de ingreso, que se siente parcialmente responsable de su deterioro y que tiene muy pocos conocimientos sólidos y bien fundados sobre aquellos.

Es una población que dice estar dispuesta a hacer algo personalmente para protegerlos pero, en general, no sabe qué o cómo. Los manglares, la laguna de Gandoca y el manatí, parecen ser los recursos menos conocidos.

Las playas, los arrecifes de coral, los peces comerciales, las langostas, los cetáceos, la laguna de Gandoca y las tortugas son percibidos como beneficiosos ya sea para el individuo o para la comunidad.

Las tortugas, los pastos marinos y los cambutes son percibidos como más afectados por la comunidad, mientras que los cetáceos y peces comerciales son los percibidos como menos afectados por la comunidad.

Las tortugas figuran entre las más atractivas para la gente ya que, aunque sólo la mitad se siente beneficiada directamente por ellas, una gran mayoría está dispuesta a hacer algo para protegerlas. Además, las tortugas y el cambute son los recursos percibidos como más amenazados por la extracción insostenible.

Los delfines están “en el corazón” de mucha gente y también mucha gente sabe muy poco sobre ellos. Hay mucha gente que pide su protección estricta, medida que es imposible de implementar.

El cambute, los cetáceos, los arrecifes de coral y las langostas son percibidos como en peor estado que hace diez años. Por otro lado, el manatí tiene más “votos” para la protección estricta, seguido por el cambute y las tortugas. Los peces comerciales y las langostas fueron los mejores candidatos para el uso regulado y las playas tuvieron varios votantes para el uso libre.

Finalmente, el cambio climático es percibido como causa de afectación a los pastos marinos, la laguna de Gandoca, las langostas, el manatí, los arrecifes de coral, los cetáceos, los peces comerciales y las tortugas (en ese orden de importancia).



## XIII.1. Literatura Citada

- Abelson, A. & M. Denny. 1997. Settlement of marine organisms in flow. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 317-339.
- Acevedo-Gutiérrez, A. & S. Burkhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pantropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 46: 91-101.
- Acevedo-Gutiérrez, A., DiBerardinis, A., Larkin, S., Larkin, K. & P. Forestell. 2005. Social interactions between tucuxis and bottlenose dolphins in Gandoca - Manzanillo, Costa Rica. *LAJAM* 4(1): 49-54.
- Aguilar-Rojas, G. 1996. Guía de procedimientos para el manejo de humedales de Costa Rica. UICN, San José, Costa Rica. 70 p.
- Albins, M.A. y M.A. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367: 233-238.
- Alvarado, J. J., Fernández, C. & V. Nielsen. 2006. Capítulo V. Arrecifes y comunidades coralinas. Pp. 51-67. *En: V. Nielsen-Muñoz y M. A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC. San José. Costa Rica.*
- Ammour, T., Imbach A., Suman, D. & N. Windevoxel. 1999. Manejo productivo de manglares en América Central. Serie Técnica. Reuniones técnicas, nº7. CATIE, UICN - ORMA. Programa de Humedales. Universidad de Miami. Rosenthal School of Marine and Atmospheric Science. 358 p.
- Anónimo. 1999. Memorias del taller de conservación y manejo de humedales y zonas costeras en América Central: Metodologías y prioridades. IV Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y Conservación. Guatemala 5-8 junio. 214 p.
- Arrieta, U. en preparación. Estructura de la comunidad de peces de la zona arrecifal de Puerto Viejo-Punta Mona, Limón, Costa Rica. Tesis de Maestría. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Arroyo-Mora, D. 2008. Características poblacionales del cambute, *Strombus galeatus* (Gastropoda: Strombidae) en el Parque Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica (1999-2003). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 56 (Supl. 4): 113-124.
- Asamblea Legislativa, 1992. Ley de Conservación de la Vida Silvestre No.7317. Costa Rica.
- Asociación ANAI. 2000. Informe de actividades: anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en playa Gandoca, Talamanca, Costa Rica. Temporada 2000. Literatura gris elaborada por Asociación ANAI. 40 p.
- Bellwood, D.R., T.P. Hughes, C. Folke & M. Nystrom. 2004. Confronting the coral reefs crisis. *Nature* 24: 827-833.
- Benavides, R. & C. Brenes. 2010. Análisis hidrográfico e ictiológico de las capturas realizadas con una red de trampa fija en la laguna de Gandoca, limón, Costa Rica. *Rev. Mar. Cost.* Vol. 2: 9-26.
- Bonde, et. al. 2004. Manatees as Sentinels of Marine Ecosystem Health: Are They the 2000-pound Canaries? *EcoHealth* 1:255-26.
- Brusca, R. y I. Wehrtmann. 2009. Isopods. Pp.257-264. *En: I. Wehrtmann y J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monographie Biologicae* 86: 1-538.
- CARICOMP (44 autores). 2002. The Caribbean Coastal Marine Productivity Program (CARICOMP) Database: potential for data mining and comparisons of Caribbean-wide datasets. *Proc. 9th Int. Coral Reef Symp., Bali, Indonesia* 2: 901-908.
- Carr, T. y R. K. Bonde. 2000. Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) occurs in Nicaragua, 800 Km north of its previously known range. *Mar. Mamm. Sci.* 16: 452-459.
- Castelblanco-Martínez, D. N., Padilla-Saldivar, J. & H. A. Hernández-Arana. 2012. Movement patterns of Antillean manatees in Chetumal Bay (México) and coastal Belize: A challenge for regional conservation. *Marine Mammal Science*. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2012.00602.x
- Cesar, H. & C.K. Chong. 2004. *Economic valuation and socioeconomics of coral reefs: Methodological issues and three case studies.* In: *Economic valuation and policy priorities for sustainable management of coral reefs.* Ahmed, M., C.K. Chong & H. Cesar (eds.). Worldfish center, Conference proceeding, Penang, Malaysia.

- Chacón D. 2002. Informe de actividades proyecto de conservación de las tortugas marinas del Caribe Sur, Talamanca, Costa Rica. Temporada 2002. Literatura gris elaborada por Asociación ANAI. 30 p.
- Chacón, D. 2001. Informe de actividades proyecto de conservación de las tortugas marinas del Caribe Sur, Talamanca, Costa Rica. Literatura gris elaborada por Asociación ANAI. 65 p.
- Chacón, D. 1999. Anidación de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) en playa Gandoca, Costa Rica (1990 a 1997). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 47(1-2): 225-236.
- Chacón, D. & J. Senechal. 2007. Nesting season in Cahuita 2007. Literatura gris elaborada por WIDECAST. 20 p.
- Chacón, D. & J. Machado. 2006. Anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en playa Gandoca, Caribe Sur, Costa Rica. Informe temporada 2006. Literatura gris elaborada por WIDECAST. 61 p.
- Chacón, D. & G. McFarlane. 2005. 2005 Report of nesting activity for the Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) in Cahuita National Park, Limón Province, Costa Rica. Literatura gris elaborada por Asociación ANAI. 33 p.
- Chacón, D. & J. Machado. 2003. Anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en playa Gandoca, Caribe Sur, Costa Rica. Informe temporada 2003. Literatura gris elaborada por WIDECAST. 90 p.
- Chacón, D., McLarney, W., Ampie, C. & B. Venegas. 1996. Reproduction and conservation of the leatherback turtle *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) in Gandoca, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44(2): 853-860.
- Chacón, D. & W. O. McLarney. 1992. Desarrollo temprano del sábalo, *Megalops atlanticus* (Pisces: Megalopidae). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 40 (2): 171-177.
- CITES. 2013. Consultado el 30 de enero del 2013 de: <http://www.iucnredlist.org/>
- Coll, M., Cortés, J. & D. Sauma. 2004. Aspectos físico-químicos y análisis de plaguicidas en el agua de la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 52 (Suppl. 2): 33-42.
- Coll, M., A. C. Fonseca y J. Cortés. 2001. El manglar y otras asociaciones vegetales de la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 49 (Suppl. 2): 321-329.
- Córdoba, L. 2005. Caracterización de la flota pesquera en el mar Caribe costarricense. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Heredia. Costa Rica. 62 p.
- Cortés, J. 2009. Stony corals. Pp. 169-173. *En: I. S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monagr. Biol.* 86. Springer + Business Media B. V., Berlín.
- Cortés, J. 2001. Características y situación de los humedales submarinos de Costa Rica. *Ciencias Ambientales No.* 21: 9-12.
- Cortés, J. 1991. Ambientes y organismos marinos del Refugio Nacional Gandoca-Manzanillo, Limón, Costa Rica. *Geoistmo V* (1 y 2): 61-68.
- Cortés, J. 1996. Biodiversidad marina de Costa Rica: Filo Cnidaria. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 44(3): 323-334.
- Cortés, J. 1992. Los arrecifes coralinos del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 40(3): 325-333.
- Cortés, J. 1992a. Ampliaciones de ámbito: Nuevos registros de corales (Anthozoa: Scleractinia) para el Caribe de Costa Rica: *Rhizosmilia maculata* y *Meandrina meandrites*. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 40(2): 243-244.
- Cortés, J., Jiménez C. E., Fonseca, A. C. & J. J. Alvarado. 2010. Status and conservation of coral reefs in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 58 (Suppl. 1): 33-50.
- Cortés, J., A. C. Fonseca, J. Nivia, V. Nielsen-Muñoz, J. Samper-Villareal, E. Salas, S. Martínez & P. Zamora-Trejos. 2010. Monitoring coral reefs, seagrasses and mangroves in Costa Rica (CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 58 (Suppl. 3): 1-22.
- Cortés, J. & E. Salas. 2009. Seagrasses. Pp. 119-122. *En: I. S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monagr. Biol.* 86. Springer + Business Media B. V., Berlín.
- Cortés, J. & I. S. Wehrtmann. 2005. Costa Rica. Pp. 187-199. *En: Caribbean marine biodiversity: the known and the unknown. Patricia Miloslavich & Eduardo Klein (Eds.). DEStech Publications. Lancaster, PA. USA.* 334 p.
- Cortés, J. & C. E. Jiménez. 2003. Past, present and future of the coral reefs of the Caribbean coast of Costa Rica: 223-239. *En: J. Cortés (Ed.). Latin American Coral Reefs. Elsevier Science B. V., Amsterdam.*
- Cortés, J., Fonseca, A., Barrantes, M. & P. Denyer. 1998. Type, distribution and origin of sediments of the Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 46: 251-256.

- Cortés, J., Soto, R., Jiménez, C. y A. Astorga. 1992. Death of intertidal and coral reef organisms as a result of a 7.5 earthquake. Proc. 7th Int. Coral Reef Symp. Guam 1: 235-240.
- Cortés, J. & H. M. Guzmán. 1985. Arrecifes coralinos de la costa Atlántica de Costa Rica. BRENESIA 23: 275-292.
- Cortés, J. & M. J. Risk. 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. Bulletin of Marine Science: 36(2): 339-356.
- Cortés, J. & M. J. Risk. 1984. El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. Vol. 32(1): 109-121.
- Cortés, J., M. M. Murillo, H. M. Guzmán & J. Acuña. 1984. Pérdida de zooxantelas y muerte de corales y otros organismos arrecifales en el Caribe y Pacífico de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. Vol. 32(2): 227-231.
- Costa Rica Way. Sin fecha. Un paseo por la historia. Indígenas de Talamanca. Costa Rica Way. Revista gratuita de información turística. <http://www.costaricaway.net/artcaribe/pdf/historia.pdf>
- Cruz, R. 2002. Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 399. Roma, FAO. 2002. 43 p.
- Dasgupta, S., Singh, R. P. & M. Kefatos. 2009. Comparison of global chlorophyll concentration using MODIS data. Advances in Space Research 43: 1090-1100.
- Dean, H. K. 2009. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. Rev. Biol. Trop. Vol. 56 (Suppl. 4): 11-38.
- Denyer, P. 1998. Historic-prehistoric earthquakes, seismic hazards, and Tertiary and Quaternary geology of the Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge, Limón, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 46 (Suppl. 6): 237-250.
- Díaz, J. M. 2005. Esquemas espaciales de zonación ecológica y morfología de las lagunas de los atolones y complejos arrecifales de un archipiélago oceánico del Caribe: San Andrés y Providencia (Colombia). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 29: 357-369.
- Dominici, A. 1999. Estructura poblacional de los peces de arrecifes del Golfo de Papagayo, Guanacaste, Costa Rica, con énfasis en las especies de mayor importancia comercial como ornamentales. Tesis de Maestría. Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica. 208 p.
- Espinoza, M. & V. Nielsen-Muñoz. 2006. Capítulo VII. Especies Comerciales I: Peces. Pp. 87-104. En: Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Informe Técnico. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE de Costa Rica. V. Nielsen Muñoz y M. A. Quesada Alpizar (Eds.). 220 p.
- Exelis Visual Information Solutions (Exelis VIS). 2012. Environment for Visualizing Images ENVI 5.0. Colorado, United States of America ([www.exelisvis.com](http://www.exelisvis.com)).
- FECOP. 2013. Revisado el 30 de enero del 2013 de: <http://www.fecop.org/pesca-turistica/>
- Fernández, C. & J. J. Alvarado. 2004. El arrecife coralino de Punta Cocles, costa Caribe de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. Vol. 52 (Suppl. 2): 121-129.
- Figgenger, C. 2009. Monitoring of the nesting activities of the Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) and the Green turtle (*Chelonia mydas*) at Playa Gandoca, Gandoca-Manzanillo Wildlife Refuge, Costa Rica from August until October 2009. Literatura gris elaborada por WIDECAST. 32 p.
- Fonseca, A. 2003. A rapid assessment at Cahuita National Park, Costa Rica, 1999 (Part 1: Stony corals and algae). En: J. C. Lang (Ed.). Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Atoll Res. Bull. 496: 248-257.
- Fonseca, L. G. & D. Chacón. 2010. Informe Gandoca temporada 2010. Literatura gris elaborada por WIDECAST. 51 p.
- Fonseca, A., Cortés, J. & P. Zamora. 2007. Monitoreo del manglar de Gandoca, Costa Rica (sitio CARICOMP). Rev. Biol. Trop. Vol. 55 (1): 23-31.
- Fonseca, A., Salas, E. & J. Cortés. 2006. Monitoreo del arrecife coralino Meager Shoal, Parque Nacional Cahuita (sitio CARICOMP). Rev. Biol. Trop. Vol. 54: 755-763.
- Forestell, P., A. Wright, A., DiBerardinis, Larkin, S. & V. Schot. 1999. Sex and the single tucuxi: mating between bottlenose and tucuxi dolphins in Costa Rica. Abstracts 13th Biennial Conf. Biol. Mar. Mamm. Nov. 28 to Dec. 3rd. Wailea, Maui, Hawaii. <http://www.dolphinlink.org/conference.htm>
- Frazier, J. 1999. Generalidades de la historia de vida de las tortugas marinas. En: Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. K. L. Eckert y F. A. Grobois (Eds.). Pp. 3 – 18.
- Gamboa-Poveda, M. & May-Collado, L.J. 2006. Insights on the occurrence, residency, and behavior of two coastal dolphins from Gandoca-



- Manzanillo, Costa Rica: *Sotalia guianensis* and *Tursiops truncatus* (Family Delphinidae). Scientific Committee of the International Whaling Commission. Annual Meeting of the Scientific Committee in St Kitts, June 2006. 9 p.
- Gardner, T.A., I.M. Coté, J.A. Gill, A. Grant & A.R. Watkinson. 2003. Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science* 301: 958-960.
- González-Socoloske D. 2007. Status and distribution of manatees in Honduras and the use of side-scan sonar. Master's thesis, School of Science and Technology and Faculty of Graduate Studies, Loma Linda University, California, USA.
- González-Socoloske D., Ford R. E., Olivera-Gómez L. D., & R. K. Bonde. 2006. El uso del sonar lateral (side-scan) para detectar y estudiar el manatí (*Trichechus manatus*) en cuerpos de agua turbia y estuarios. Primer Simposio para la Biología y Conservación del Manatí Antillano en Mesoamérica. X Congreso de la Sociedad Mesoamericana de Biología y la Conservación (SMBC). 1-2 de Noviembre de 2006, Antigua, Guatemala.
- Graham, N. A., Dulvy, N. K., Jennings, S. & N. V. Polunin. 2005. Size-spectra as indicator of the effects of fishing on coral reef fish assemblages. *Coral Reefs* 24: 118-124.
- Grutter, A. S., Murphy, J. M. & J. H. Choat. 2003. Cleaner fish drives local fish diversity on coral reefs. *Current Biology* 13: 64-67.
- Haberyan, K. A., Horn, S. P. & G. Umaña. 2003. Basic limnology of fifty-one lakes in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 51: 107-122.
- Hancock, J. 2008. Monitoreo de la anidación de la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Cahuita, Caribe Sur, Costa Rica. Informe de actividades 2008. Literatura gris elaborada por WIDECAS. 36 p.
- Hancock, J. 2005. Estudio preliminar de la utilización del arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita por diferentes especies de tortugas marinas. Informe de actividades. Literatura gris elaborada por Asociación ANAI. 32 p.
- Hawkins, J. P., Roberts, C. M., Gell, F. R. & C. Dytham. 2007. Effects of trap fishing on reef fish communities. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 17: 111-132.
- Hawkins, J. P. & C. M. Roberts. 2004. Effects of artisanal fishing on Caribbean coral reefs. *Conserv. Biol.* 18: 215-226.
- Hawkins, J. P. & C. M. Roberts. 2003. Effects of fishing on sex-changing Caribbean parrotfishes. *Biol. Conserv.* 115: 213-226.
- Hughes, T.P., N.A.J. Graham, J.B.C. Jackson, P.J. Mumby & R.S. Steneck. 2010. Rising to the challenge of sustaining coral reef resilience. *Trends Ecol. Evol.* 25: 633-642.
- ICT. 2005. Plan general de usos de la tierra y desarrollo turístico para las unidades de planeamiento turístico Caribe Norte y Caribe Sur, Provincia de Limón. Literatura gris elaborada por la Dirección de Planeamiento y Desarrollo del Instituto Costarricense de Turismo. 137 p.
- IFAM 2010. Tendencias del desarrollo en el cantón de Talamanca en los últimos treinta años. Informe Técnico del Programa de Gestión Local (PGL) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). 141 p.
- Ilan, M. & A. Abelson. 1995. The life of a sponge in a sandy lagoon. *Biol. Bull.* 189:363-369.
- INEC 2011. X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda: Resultados Generales. Instituto Nacional de Estadística y Censos. San José, C.R. 140 p.
- Iturralde-Vinent, M. 2005. La Paleogeografía del Caribe y sus implicaciones para la biogeografía histórica. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 25-26: 49-78.
- Iturralde-Vinent, M. & R. D. MacPhee 2004. Los mamíferos terrestres de las Antillas mayores: notas sobre su paleogeografía, biogeografía, irradiaciones y extinciones. Publicaciones de la Academia de Ciencias de la República Dominicana. Santo Domingo. Editora Búho. 30 p.
- Jiménez, C. E. 2001. Bleaching and mortality of reef organisms during a warming event in 1995 at the Caribbean coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 49: 233-238.
- Jiménez, I. 2005. Actualización del estado de conservación del manatí en el noreste de Costa Rica: distribución, abundancia, amenazas y acciones de conservación (1996-2005). Literatura gris elaborada por Fundación Salvemos al Manatí de Costa Rica/Centro Internacional de Estrategias Ambientales. 17 p.
- Jiménez, I. 2005b. Informe final de las campañas de captura y marcaje de manatíes en el Parque Nacional Tortuguero (Costa Rica). 2004-2005. Literatura gris elaborada por Fundación Salvemos al Manatí de Costa Rica/FUNDAR. 8 p.
- Jiménez, I. 2000. Los manatíes del río San Juan y los Canales de Tortuguero: ecología y conservación. Amigos de la Tierra. San José, Costa Rica. 120 p.
- Jiménez, I. 1999. Estado de conservación, ecología y conocimiento

- popular del manatí (*Trichechus manatus*) en Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 8(1-2): 18-30.
- Jiménez, J. A. 1999. Ambiente, distribución y características estructurales de los manglares del Pacífico Centroamericano: contrastes climáticos. Pp. 51-70. *En: Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara-Domínguez (Eds.). Ecosistemas de manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología, A. C. México. UICN/ORMA. Costa Rica. NOAA/NMFS Silver Spring MD. USA.
- Jiménez, J. A. 1999. El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica. Usos tradicionales y potenciales. Pp. 257-290. *En: Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara-Domínguez (Eds.). Ecosistemas de manglar en América tropical*. Instituto de Ecología, A. C. México, UICN/ORMA. Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD. USA.
- Leal-Rodríguez, D. 2011. Análisis de la situación e identificación de posibles líneas de acción para la cooperación para el desarrollo en la provincia de Limón (Costa Rica) – Municipios de Limón, Talamanca, Matina, Siquirres y Pococí. Diagnóstico de necesidades y oportunidades de cooperación en la provincia de Limón de Costa Rica. 161 p.
- Lefebvre, L. W., Marmontel, M., Reid, J. P., Rathbun, G. B. & D. P. Doming. 2001. Status and
- Levington, J.S. 1995. Benthic Life Habitats, pp. 245-267. In J.S. Levington (ed.) *Marine Biology: Function, biodiversity, ecology*. Oxford Univ. Press, UK.
- Liñero, I. & O. Díaz. 2006. Polychaeta (Annelida) associated with *Thalassia testudinum* in the northeastern coastal waters of Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54: 971-978.
- Macintosh, D. y A. C. Ashton. 2004. Principios para un código de conducta para la gestión y uso sostenible de ecosistemas de manglar. Banco Mundial, ISME, cenTer Aarhus. 118p.
- Malaver, M. & D. Chacón. 2009. Informe Gandoca temporada 2009. Literatura gris elaborada por WIDECAS. 60 p.
- Manrow-Villalobos, M. y B. Vilchez-Alvarado. 2012. Estructura, composición florística, biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares Laguna de Gandoca y Estero Moín, Limón, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen.9, n°23*.
- May-Collado, L. J. 2010. Changes in whistle structure of two dolphin species during interspecific associations. *Ethology* 116: 1–10.
- May-Collado, L. J. 2009. A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: The importance of broadband recording systems. *J. Acoust. Soc. Am.* 125 (2).
- May-Collado, L. J. 2009. Marine mammals. Pp. 479-495. *En: I. S. Wehrmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monagr. Biol. 86. Springer + Business Media B. V., Berlín.
- May-Collado, L. J. 2006. Capítulo X. Mamíferos marinos. Pp. 135-147. *En: V. Nielsen-Muñoz y M. A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes marino-costeros de Costa Rica*. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.
- May-Collado, L. J. & D. Wartzok. 2008. A comparison of bottlenose dolphin whistles in the Atlantic Ocean: factors promoting whistle variation. *Journal of Mammalogy* 89(5):1229–1240.
- May-Collado, L. J., Agnarsson I., Palacios D., Taubitz, E. & D. Wartzok. 2007. The status of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) population of Bocas del Toro, Panama: preliminary results based on a three year ongoing study. Fundacion Keto Internal Report IR-LJMC-KETO01-BOCAS.
- McClanahan, T. R. & R. Arthur. 2001. The effect of marine reserves and habitat on populations of East African coral reef fishes. *Ecol. Appl.* Vol. 11: 559-569.
- Metzeling, L. 1993. Benthic macroinvertebrate community structure in streams of different salinities. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 44: 335-351.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible República de Colombia, 2012. Plan para el Manejo y Control
- Molina Ureña, H. 2009. El Pez León del indo-pacífico: Nueva Especie Invasora en Costa Rica. *Revista Biocenosis / Vol. 22 (1-2) 2009*
- Morris, J.A., Jr. (Ed.). 2013. El pez león invasor: guía para su control y manejo. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series, No. 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.
- Morris, J. A., Jr. y Green, S.J. 2013. Las investigaciones sobre el pez león: resultados alcanzados y cuestiones pendientes Páginas 3-15 en: J.A. Morris Jr. (ed.) El pez león invasor: guía para su control y manejo. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.
- Mug, M. 2000. Caracterización de la pesquería del Caribe Sur de Costa Rica. Informe final. The Nature Conservancy (TNC). 24 p.
- Mumby, P. J. 2009. Phase shifts and the stability of macroalgal communities on Caribbean coral reefs. *Coral Reefs* 28: 761-773.

- NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2013. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Jet Propulsion Laboratory, Data Products. California Institute of Technology. Disponible en <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataproduct.htm>. Consultado enero 2013.
- NSF (National Science Foundation) and The National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2013. University Navstar Consortium, UNAVCO. Disponible en [http://www.unavco.org/community\\_science/science-support/geoid/geoid.html](http://www.unavco.org/community_science/science-support/geoid/geoid.html). Consultado en enero 2013.
- Nielsen, V. & P. Zamora. 2006. Capítulo VIII. Especies comerciales II: crustáceos y moluscos. Pp. 105-117. *En*: V. Nielsen-Muñoz y M.A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.
- Nielsen-Muñoz, V. 2006. Capítulo IV. Pastos marinos. Pp. 41-49. *En*: V. Nielsen-Muñoz y M. A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.
- Norström, A. V., Nystrom, M., Lokrantz, J. & C. Folke. 2009. Alternative states on coral reefs: beyond coral-macroalgal phase shifts. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 376: 295-306.
- OSPESCA. 2009. Reglamento OSP-02-09 para el ordenamiento regional de la pesquería de la langosta del Caribe (*Panulirus argus*). Sistema de la Integración Centroamericana. Unidad Regional de Pesca y Acuicultura. Organización del Sector Pesquero y Acuícola de Centroamérica. República Dominicana. 7 p.
- Paaby, P., Ramírez, A. & C. M. Pringle. 1998. The benthic macroinvertebrate community in Caribbean Costa Rican streams and the effect of two sampling methods. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 46 (Suppl. 6): 185-199.
- Paddock, M. J., J. D. Reynolds, C. Aguilar, R. S. Appeldoorn, J. Beets, E. W. Burkett, P. M. Chittaro, K. Clarke, R. Esteves, A. C. Fonseca, G. E. Forrester, A. M. Friedlander, J. García-Sais, G. González-Sansoón, L. K. B. Jordan, D. B. McClellan, M. W. Miller, P. P. Molloy, P. J. Mumby, I. Nagelkerken, M. Nemeth, R. Navas-Camacho, J. Pitt, N. V. C. Polunin, M. C. Reyes-Nivia, D. R. Robertson, A. Rodríguez-Ramírez, E. Salas, S. R. Smith, R. E. Spieler, M. A. Steele, I. D. Williams, C. L. Wormald, A. R. Watkinson & I. M. Côté. 2009. Recent region-wide declines in Caribbean reef fish abundance. *Curr. Biol.* 19: 1-6.
- Palacios-Alfaro, J. D. 2009. First record of the dwarf sperm whale (*Kogia sima*) in Caribbean waters of Costa Rica. *Lat. Am. J. Aquat. Mamm.* 7 (1-2): 103.
- Paynter, C., J. Cortés & M. Engels. 2001. Biomass, productivity and density of the seagrass *Thalassia testudinum* at three sites in Cahuita National Park, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 49 (Suppl. 2): 265-272.
- Pizarro, F., Piedra, L., Bravo, J., Asch, J. & C. Asch. 2004. Manual de procedimientos para el manejo de los manglares de Costa Rica. EFUNA, Costa Rica. 130 p.
- Quesada-Alpizar, M. 2006. Capítulo II. Playas. 17-21. *En*: V. Nielsen-Muñoz y M. A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC. San José. Costa Rica.
- Reynolds III, J. E., Szelitowsky, W. A. & M. A. León. 1995. Status and conservation of manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Costa Rica. *Biological Conservation* 71: 193-196.
- Rodríguez-Fonseca, J. 2001. Diversidad y distribución de los cetáceos de Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae y Balaenopteridae). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 49 (Suppl. 2): 135-143.
- Sandel, V., Martínez-Fernández, D., Wangpraseurt, D., & Sierra, L. (2015). Ecology and management of the invasive lionfish *Pterois volitans/miles* complex (Perciformes: Scorpaenidae) in Southern Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 213-221.
- S. 1996. La comunidad de peces en el Arrecife de Puerto Viejo (Limon, Costa Rica). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 44(2): 923-925.
- SINAC & MINAET 2010. Políticas para las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) del Sistema Nacional de Áreas de Conservación-SINAC 2011-2015. San José, C.R. 44 p.
- SINAC & MINAET 2009. 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. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones (MINAET). San José, Costa Rica. 60 p.
- Smethurst, D. & Nietschmann, B. 1999. The distribution of manatees (*Trichechus manatus*) in the coastal waterways of Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation* 89: 267-274



- Spotila, J. R. 2004. Sea turtles: a complete guide to their biology, behaviour and conservation. The Johns Hopkins University Press. USA. 227 pp.
- Thurman, H. y A. Trujillo. 1999. Essentials of Oceanography. Sixth ed. Prentice Hall, New Jersey, US. 527 p.
- Tissot, T. N. & L. E. Hallacher. 2003. Effects of aquarium collectors on coral reef fish in Kona, Hawaii. *Conserv. Biol.* 17: 1759-1768.
- TNC 2008. Evaluación de ecorregiones marinas en Mesoamérica. Sitios prioritarios para la conservación en las ecorregiones Bahía de Panamá, Isla del Coco y Nicoya del Pacífico Tropical Oriental, y en el Caribe de Costa Rica y Panamá. Programa de Ciencias Regional, Región de Mesoamérica y El Caribe. The Nature Conservancy, San José, Costa Rica. 165 p.
- Troëng, S., Chacón, D. & B. Dick. 2004. Posible declinamiento en la anidación de la tortuga baula *Dermochelys coriacea* a lo largo de la costa caribeña de Centroamérica. *Oryx* Vol. 38 (4): 395-403.
- UICN. 2013. Consultado el 30 de enero del 2013 de: <http://www.iucnredlist.org/>
- UNA (Universidad Nacional, CR); JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JP); INCOPECA (Instituto Costarricense de pesca y Acuicultura, CR). 2007. Presentación de conclusiones y recomendaciones. Proyecto Manejo Sostenible de la Pesquería para el Golfo de Nicoya 154p.
- UNEP 2010. Regional Management Plan for the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*) compiled by Ester Quintana-Rizzo and John Reynolds III. CEP Technical Report No. 48. UNEP Caribbean Environment Programme, Kingston, Jamaica.
- UNEP 2006. Marine and coastal ecosystems and human well-being: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. UNEP. 76 p.
- Van Oppen, M.J.H. & R.D. Gates. 2006. Conservation genetics and the resilience of reef-building corals. *Mol. Ecol.* 15: 3863-3883.
- Vargas, G. 2009. Turismo y espacios naturales protegidos en Costa Rica: Enfrentamiento o concertación. *Rev. Ciencias Sociales* 123-124: 49-78.
- Vargas, J.A. 1996. Ecological dynamics of a tropical intertidal mudflat community, pp. 355-371. In K.F. Nordstrom y C.T. Roman (eds.) *Estuarine Shores: Evolution, Environments and Human alterations*. Wiley.
- Wehrtmann, I. S. 2004. El recurso langosta y su vinculación con la comunidad del Caribe de Costa Rica: Un estudio multidisciplinario. Informe Final: Proyecto Langosta. 20 p.
- Wehrtmann, I. & J. Cortés. 2009. Diversity of marine habitats of the Caribbean and Pacific of Costa Rica. Pp. 1-46. *En: I. Wehrtmann y J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monographie Biologicae* 86: 1-538.
- WIDECAST 2008. Programa de conservación de las tortugas marinas en playa Gandoca. Temporada 2008. Literatura gris elaborada por WIDECAST. 46 p.
- Zamora-Trejos, P. 2006. Capítulo III. Manglares. Pp. 23-39. *En: V. Nielsen-Muñoz y M. A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.*

### XIII.2. Literatura Consultada

Este listado no sólo incluye la literatura citada sino además literatura que corresponde a información única y relevante en el SICCS. Las instituciones / organizaciones / revistas consultadas para la recopilación de esta información fueron:

- Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología CIMAR – Universidad de Costa Rica (<http://www.cimar.ucr.ac.cr/>)
- Revista de Biología Tropical (<http://www.biologiatropical.ucr.ac.cr>)
- Revista Ciencias Marinas y Costeras REVMAR – UNA (<http://www.revistas.una.ac.cr/revmar>)
- Biblioteca BINABITROP – Organización de Estudios Tropicales OET (<http://cro.ots.ac.cr/rdmcnfs/datasets/exsrch.phtml?ds=binabitrop>)
- Instituto de Estudios Sociales en Población IDESPO – Universidad Nacional ([http://www.una.ac.cr/idespo/index.php?option=com\\_booklibrary&Itemid=96](http://www.una.ac.cr/idespo/index.php?option=com_booklibrary&Itemid=96))
- Biblioteca Universidad Nacional (<http://www.una.ac.cr/>)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC ([www.inec.go.cr](http://www.inec.go.cr))

- Keto: Fundación de Investigación y Conservación Marino Costera (<http://www.fundacionketo.org/>)
- WIDECAST Costa Rica (<http://www.latinamericaseaturtles.org>)
- Fundación PROMAR ([www.fundacionpromar.org](http://www.fundacionpromar.org))
- Las personas que colaboraron en la recopilación de esta información fueron:
  - MSc. Jorge González – Programa de Investigación y Monitoreo Ecológico de ACLAC - SINAC
  - Ing. José Guillermo Masis – Director Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca – Manzanillo