



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.

Apoyando los esfuerzos en
el manejo y protección de la
biodiversidad tropical

SERIE

13

A vibrant underwater photograph showing a school of dark-colored fish swimming over a coral reef. The water is a deep, clear blue, and the coral is covered in various marine life, including smaller fish and sea fans.

Ambientes y organismos marinos de la
Reserva Biológica Isla del Caño,
Área de Conservación Osa,
Costa Rica

Jorge Cortés, Héctor M. Guzmán, Ana C. Fonseca, Juan José Alvarado,
Odalisca Breedy, Cindy Fernández, Álvaro Segura y Eleazar Ruiz



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.

Ayoyando los esfuerzos en
el manejo y protecci3n de la
biodiversidad tropical

SERIE

13

Ambientes y organismos marinos de la Reserva Biol3gica Isla del Caño, Área de Conservaci3n Osa, Costa Rica

Jorge Cort3s, H3ctor M. Guzmán, Ana C. Fonseca,
Juan Jos3 Alvarado, Odalisca Breedy, Cindy Fern3ndez,
Álvaro Segura y Eleazar Ruiz

III.2009

333.952

A492a Ambientes y organismos marinos de la Reserva Biológica
Isla del Caño, Área de Conservación Osa, Costa Rica /
Jorge Cortés... [et a.]. – 1 ed.— San José, C.R. :
Asociación Conservación de la Naturaleza, 2009.
48 p. : 22 X 28 cms. (Serie Apoyando los Esfuerzos en
el Manejo y Protección de la Biodiversidad Tropical ; n 13)

ISBN: 978-9968-543-09-5

1. Reservas Biológicas – Costa Rica. 2. Conservación de los Recursos Marinos. 3. Corredores Biológicos. I. Cortés, Jorge. II. Título.

Acerca de esta publicación:

La Serie Técnica de The Nature Conservancy se basa en la información científica y la promueve con el propósito de mejorar el conocimiento en conservación, para así lograr incidir de una manera positiva en la toma de decisiones e incrementar la participación efectiva de los diferentes grupos y actores claves mediante la disponibilidad y acceso a la información.

Las denominaciones empleadas en este documento y la forma en que aparecen presentados los datos no implican de parte de los miembros de TNC y sus socios juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Las opiniones aquí expresadas pertenecen a los autores y no reflejan, necesariamente, las de The Nature Conservancy.

Autores: Jorge Cortés, Héctor M. Guzmán, Ana C. Fonseca, Juan José Alvarado, Odaliska Breedy, Cindy Fernández, Álvaro Segura y Eleazar Ruiz

Coordinador Serie Técnica: Programa de Ciencias / Costa Rica Country Program. The Nature Conservancy.

Diagramación: Kerigma Comunicación.

Citar como:

Cortés, J., H.M. Guzmán, A.C. Fonseca, J.J. Alvarado, O. Breedy, C. Fernández, A. Segura & E. Ruiz. 2009. Ambientes y organismos marinos de la Reserva Biológica Isla del Caño, Área de Conservación Osa, Costa Rica. Serie Técnica: Apoyando los esfuerzos en el manejo y protección de la biodiversidad tropical. No. 13. TNC, San José, Costa Rica. 48 p.

Se permite la reproducción total o parcial del presente documento, siempre y cuando se cite la fuente. Para mayor información visite www.tncinfocostarica.net

Jorge Cortés

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), y Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 11501-2060 San José, Costa Rica; jorge.cortes@ucr.ac.cr

Héctor M. Guzmán

Smithsonian Tropical Research Institute, Apartado 0843-03092, Balboa, República de Panamá; guzmanh@si.edu

Ana C. Fonseca

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San Pedro, 11501-2060 San José, Costa Rica; anafon@yahoo.com
Dirección actual: World Wildlife Fund (WWF), San José, Costa Rica, Interlink #718, P.O. Box 02-5635, Miami, Florida 33102, USA

Juan José Alvarado

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San Pedro, 11501-2060 San José, Costa Rica; juanalva76@yahoo.com
Dirección actual: Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras, Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México

Odalisca Breedy

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), y Museo de Zoología, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 11501-2060 San José, Costa Rica; odalisca@racsa.co.cr

Cindy Fernández

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), y Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 11501-2060 San José, Costa Rica
Dirección actual: Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras, Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México; cindyfdez@yahoo.com

Álvaro Segura

Oficial del programa de pesca incidental, WWF, Apartado postal 629-2350, San Francisco de Dos Ríos, San José, Costa Rica; asegura@wwfca.org

Eleazar Ruiz

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San Pedro, 11501-2060 San José, Costa Rica; eleazar.ruiz@ucr.ac.cr

Contenido

Lista de figuras.....	4
Lista de cuadros	4
Resumen.....	5
Introducción	7
Materiales y métodos.....	10
Batimetría.....	10
Mapas de hábitats marinos	11
Descripción de la flora y fauna asociada	13
Bibliografía sobre la Isla del Caño.....	14
Resultados	15
Batimetría.....	15
Mapas de hábitats marinos	17
Hábitats marinos.....	18
La flora y fauna asociada.....	19
Bibliografía sobre la Isla del Caño.....	29
Discusión	30
Recomendaciones para un manejo efectivo de los ambientes marinos de la Isla del Caño	35
Referencias citadas	36
Anexo 1	38
Especies marina informadas para la Isla del Caño en la literatura científica	38
Anexo 2	43
Bibliografía sobre organismos, ambientes y procesos marinos en la Reserva Biológica Isla del Caño, Área de Conservación Osa, Costa Rica	43

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de la Reserva Biológica Isla del Caño, Área de Conservación Osa, Costa Rica.	7
Figura 2. Batimetría alrededor de la Isla del Caño (tomado de Cortés <i>et al.</i> 1996).	8
Figura 3. Rutas de navegación para medir profundidad hasta 6 km alrededor de la Isla del Caño.	10
Figura 4. Composición de color verdadero de la imagen Hymap, 2005.	11
Figura 5. Diagrama de flujo de procesamiento de las imágenes Hymap, de la misión CARTA 2005, y la Quickbird del 2007.	12
Figura 6. Índice de Profundidad Invariante de la imagen Hymap (bandas 13, 9, 1).	12
Figura 7. Imagen Quickbird de la Isla del Caño del 24 de febrero del 2007.	13
Figura 8. Mapa batimétrico de la Isla del Caño.	15
Figura 9. Perfiles batimétricos en la Isla del Caño. (a) suroeste (Transecto 19); (b) noreste (Transecto 39); (c) oeste (Transecto 16); (d) este (Transecto 11); (e) noroeste (Transecto 35); (f) sureste (Transecto 23).	16
Figura 10. Mapa de hábitats marinos de Isla del Caño basado en la clasificación final de Hymap.	16
Figura 11. Mapa de hábitats marinos de la Isla del Caño utilizando la imagen Quickbird.	17
Figura 12. Mapa de cobertura de coral vivo en arrecifes (estrellas) y comunidades coralinas (círculos) de la Isla del Caño.	18
Figura 13. A) Parche del alga invasora <i>Caulerpa sertularioides</i> observada en la Isla del Caño (Fotografía por Fabián Castillo), B) <i>Caulerpa sertularioides</i> creciendo sobre el coral <i>Pocillopora elegans</i> . (Fotografía por Cindy Fernández).	20
Figura 14. Número de especies de peces por porcentaje de frecuencia de avistamiento (% FA) en la Isla del Caño, Febrero 2007.	26
Figura 15. Número de especies de peces por categoría de abundancia observados en la Isla del Caño, Febrero 2007.	26
Figura 16. Arrecife de <i>Pocillopora</i> spp. en la Reserva Biológica Isla del Caño. Es notoria la recuperación que se ha dado en todos los arrecifes de la isla. Fotografía tomada el 3.II.2007 por Odalisca Breedy.	30
Figura 17. Ejemplar de <i>Lutjanus novemfasciatus</i> de aproximadamente 1 m de longitud observado en el Bajo Diablo.	32
Figura 18. Lanchas de turismo en el primer plano y una de pescadores en el fondo. Fotografía tomada frente a la casa de guardaparques de la Reserva Biológica el 27.I.2007, por Jorge Cortés.	33
Figura 19. Coral (<i>Pocillopora eydouxi</i>) quebrado en la Isla del Caño posiblemente por un ancla. Fotografía tomada el 1.II.2007 por Odalisca Breedy.	33
Figura 20. Lanchas de pesca artesanal a la izquierda y un barco camaronero a la derecha. Fotografía tomada frente a la casa de guardaparques de la Reserva Biológica el 28.I.2007, por Jorge Cortés.	34
Figura 21. Cables de camaroneros enredados en el ancla del MV <i>Phoenix</i> . Fotografía tomada por Jorge Cortés el día que se zarpó de la Reserva Biológica Isla del Caño, 4.II.2007.	34

Lista de cuadros

Cuadro 1. Lista preliminar de algas encontradas en la Isla del Caño en enero y febrero 2007, más las informadas en la literatura científica. Identificación por Cindy Fernández.	19
Cuadro 2. Lista de octocorales y corales escleractinios encontradas en la Isla del Caño durante la Expedición Científica del Phoenix, y las especies informadas en la literatura.	21
Cuadro 3. Familias y especies (según Allen & Robertson 1994, Robertson & Allen 2006) observadas y los parámetros calculados para cada especie en los 15 sitios visitados.	22
Cuadro 4. Número de especies por grupo taxonómico basado en publicaciones científicas (Anexo 1) y este trabajo.	27
Cuadro 5. Distribución por tema de publicaciones científicas y tesis (Anexo 2). Algunos trabajos figuran bajo varios temas.	29
Cuadro 6. Corales informados para el Pacífico sur de Costa Rica. PNMB = Parque Nacional Marino Ballena, RBIC = Reserva Biológica Isla del Caño. Fuentes: Guzmán y Cortés 1989, Cortés 1990, Cortés y Jiménez 1996, Cortés 1996/1997, Cortés y Guzmán 1998, Breedy y Guzmán 2003, 2005, 2007, Alvarado et al. 2005, Quesada-Alpizar y Cortés 2006, Cortés en preparación, y esta publicación.	30

Resumen

La Reserva Biológica Isla del Caño es parte del Área de Conservación Osa (ACOSA) y está ubicada a 15 km de la Península de Osa, en el Pacífico sur de Costa Rica. La isla tiene varias playas y está rodeada de plataformas rocosas y coralinas, de arrecifes coralinos, fondos arenosos y lechos de rodolitos. En algunas zonas rocosas submarinas crecen gran diversidad de especies de octocorales. Cerca de la Isla del Caño hay muchos cetáceos y es un área donde las ballenas jorobadas tienen sus crías.

En esta publicación se presenta un mapa batimétricos de la Isla del Caño, perfiles del fondo en varias direcciones perpendiculares a la isla, mapas de los hábitats marinos, listas de especies marinas, una lista con los trabajos científicos que se han publicado sobre organismos, ambientes y procesos marinos de la isla y se da una serie de recomendaciones para el manejo adecuado de los ambientes marinos.

La Isla del Caño esta rodeada por una plataforma submarina irregular en extensión y profundidad. En los lados oeste, norte y este la plataforma termina a unos 40 m de profundidad y se hace más profunda poco a poco. Del lado sur la pendiente es pronunciada hasta los 80 m y de ahí en adelante la pendiente es mucho menor. El mapa de hábitat generado con la imagen Hymap (CARTA 2005) tiene una exactitud del 60%, mientras, que la exactitud del mapa a partir de la imagen QuickBird fue mayor (87%). A partir de la clasificación de hábitats con la imagede Quickbird, los arrecifes coralinos representan el 13%, mientras que las comunidades coralinas ocuparon el 14% de los ambientes someros. La cobertura de coral vivo en la Isla del Caño ha venido aumentando desde su reducción drástica durante El Niño 1982-83.

La diversidad marina de la isla es muy rica, en este trabajo se registran 239 especies entre las informadas en la literatura científica y lo observado y recolectado durante una expedición en enero-febrero 2007. Esto representa un aumento de más del 50% de las especies que habían sido informadas previamente. Falta más investigación

en la Isla del Caño ya que hay muchos grupos de los que no hay registros. Durante la expedición se encontraron 37 especies de algas en cuatro Divisiones, se identificaron 20 especies de octocorales, dos de coral negro y 21 de corales escleractinios, y se contabilizaron 82 especies de peces, pertenecientes a 33 familias. Haciendo de la Isla del Caño el sitio más rico del país de varios grupos de organismos marinos. Adicionalmente, en la Isla del Caño todavía se puede observar coral negro a relativamente poca profundidad, se ven cambutes grandes y especies de peces de importancia comercial en grandes números y tamaño, cosa que ya no se ve fuera de las áreas protegidas. Estas especies comerciales incluyen peces extraídos para consumo directo, como para el negocio de acuarios en sitios no protegidos y están escaseando, pero en la Reserva Biológica Isla del Caño son abundantes.

La lista de artículos científicos sobre organismos, ambientes y procesos marinos incluye 84 referencias, que van desde contaminación hasta taxonomía de varios organismos, pasando por impactos naturales y antropogénicos en los arrecifes coralinos de la isla. La mayoría de los trabajos son sobre los arrecifes coralinos y sus organismos asociados.

La Isla del Caño está bajo gran presión por el turismo, por la pesca deportiva, pesca comercial ilegal y anclaje de todo tipo de lanchas y barcos, tanto de turismo como de pesca y camaroneros. Hay contaminación con líquidos y sólidos. Por esto se debe mantener las cuotas de visitante y las áreas designadas para el buceo, prohibir totalmente la pesca dentro del área protegida que debe extenderse al menos 6 km desde la orilla, y se debe limitar totalmente la entrada de embarcaciones de pesca de todo tipo. Es recomendable aumentar el personal y los recursos para poder realizar una mejor vigilancia de los ambientes marinos. Se debe incentivar la investigación científica en la Reserva Biológica.

Finalmente, por la gran diversidad de hábitats y especies de la Reserva Biológica Isla del Caño se debe considerar su inclusión en la Iniciativa del Corredor Marino del Pacífico Tropical Oriental, como otro de los sitios de Costa Rica.

Introducción

La Isla del Caño está dentro del Área de Conservación Osa (ACOSA), y fue establecida como Reserva Biológica por medio de la ley No 6215 del 9 de marzo de 1978. La isla se encuentra a 15 km de la Península de Osa, Pacífico sur de Costa Rica (Figura 1), tiene un área protegida de 58.3 km², 2.9 km² terrestre de y 55.4 km² marinos (Alvarado et al. en prep.). La Isla del Caño tiene arrecifes coralinos (Guzmán y Cortés 1989), fondos arenosos (Cortés *et al.* 1996), playas, lechos de rodolitos, jardines de octocorales y zonas rocosas (obs. pers.), y es reconocida como sitio de alumbramiento para las ballenas jorobazas (Oviedo y Solís 2008). Los arrecifes coralinos han sido estudiados en detalle desde hace más de 20 años (Guzmán y Cortés 1989, 2001). Sin embargo, la gran mayoría de hábitats no han sido investigados apropiadamente y es sabido que albergan una gran diversidad de especies. En un trabajo anterior, Cortés et al. (1996) hicieron perfiles del fondo alrededor de la Isla del Caño y análisis de sedimentos. La resolución de ese trabajo fue de curvas batimétricas cada 5 m, arrancando a una distancia de 1.83 km de la isla, por lo que los

ambientes submarinos someros no fueron identificados apropiadamente (Figura 2).

Quesada-Alpizar y Cortés (2006) y Quesada-Alpizar *et al.* (2006) hacen una revisión de las diferentes investigaciones realizadas en la Isla de Caño, y particularmente Cortés y Jiménez (2003) hacen un recuento del estado de conocimiento de los arrecifes coralinos en ella. Quesada-Alpizar et al. (2006) mencionan que la isla es uno de los sitios con mayor cantidad de especies de corales (15 especies) y octocorales (10 especies) en el Pacífico sur de Costa Rica. Sin embargo, a la fecha no ha existido una evaluación que cuantifique la ictiofauna de esta Reserva Biológica. Este punto es de suma importancia ya que las áreas marinas protegidas (AMP) de no extracción, como la Isla del Caño, poseen un alto valor de conservación y manejo para otras actividades extractivas que se dan en la cercanía. Se ha demostrado que en estas áreas protegidas existe una alta diversidad de peces, con mayores tallas, más capacidad reproductiva y por ende exportan sus recursos a zonas adyacentes (PISCO 2007). Por estos motivos,

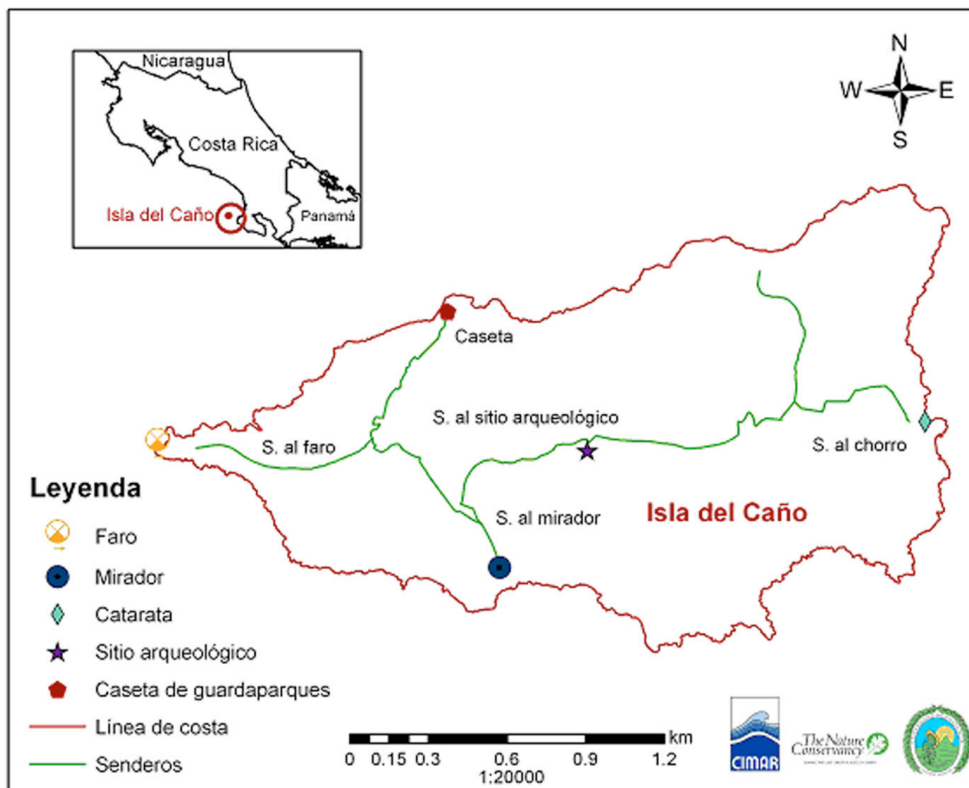


Figura 1. Ubicación de la Reserva Biológica Isla del Caño, Área de Conservación Osa, Costa Rica.

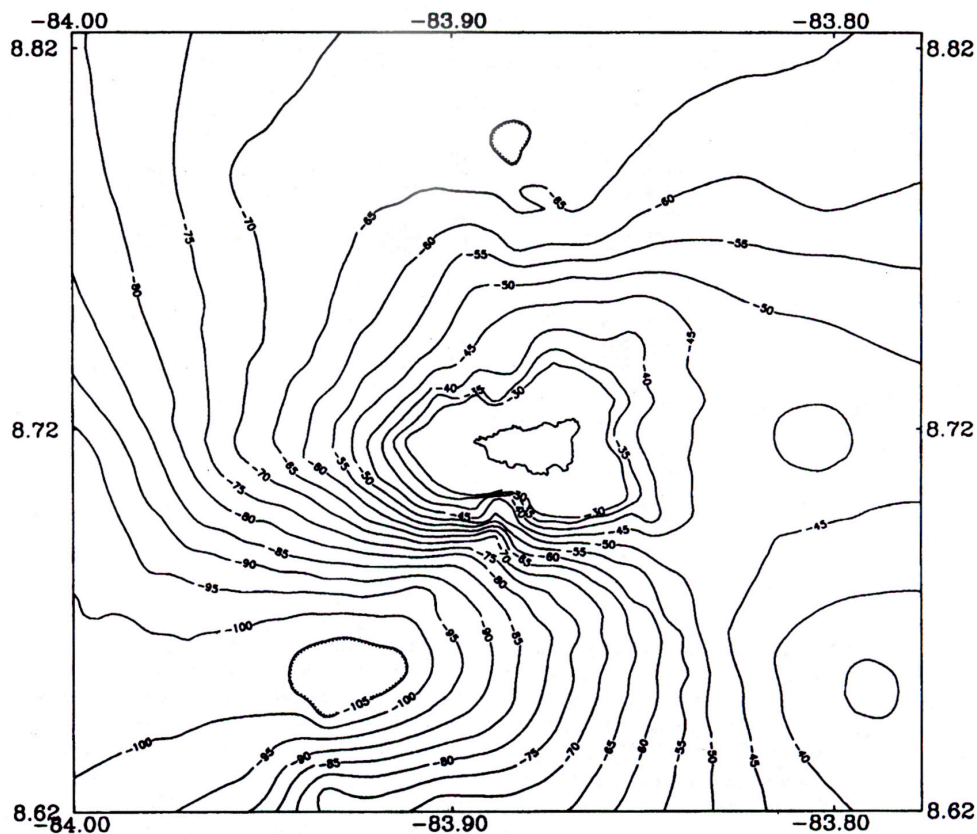


Figura 2. Batimetría alrededor de la Isla del Caño (tomado de Cortés *et al.* 1996).

es importante sentar una línea base de la composición íctica de la isla, ya que varias especies de peces de arrecife sufren gran presión de pesca (cabrillas, pargos, loros, roncadors), mientras que otras especies sufren cambios en su abundancia por la pérdida de hábitats y recursos alimenticios (damiselas, mariposas, blénidos, peces ángel), con lo cual la isla se convierte en un refugio para el desarrollo de estas. Monitorear cambios en una comunidad natural es esencial para lograr una conservación efectiva. La abundancia de peces y su diversidad pueden reflejar las condiciones del arrecife de coral o del arrecife rocoso, ya que los peces son móviles y muchas especies dependen de tipos específicos de sustrato y alimento. El cambio en la diversidad de especies y su abundancia en el tiempo, puede mostrar cambios en el ambiente. Así mismo, la presencia de peces carnívoros es un indicativo de equilibrio en el ecosistema, especialmente si estos son de gran tamaño, ya que por lo general son los primeros especímenes que se extraen.

Recientemente, como parte de la elaboración del Plan de Manejo de la Reserva Biológica Isla del Caño se consideró como de suma importancia para el buen manejo de los ambientes marinos, el poder contar con mapas geo-

referenciados de los mismos. Dichos mapas servirán como herramientas para mejorar el manejo de la isla a través de una zonificación, debido a la gran visitación diaria. La mayor cantidad de actividades que realizan los visitantes de la isla se llevan a cabo en la playa y alrededor de los arrecifes coralinos y rocosos donde es común observar varios grupos de personas practicando el buceo de apnea (“snorkeling”). Así mismo, la práctica de buceo con tanque (SCUBA) es una de las actividades con mayor auge y demanda en la isla. Sumado a ello, la observación de cetáceos, tortugas y la pesca deportiva en la cercanía son las actividades económicas que más ingresos generan para la Reserva Biológica y los habitantes de las cercanías.

Con el fin de evaluar en mayor detalle los ambientes marinos costeros de la Isla del Caño, se visitó del 25 de enero al 5 de febrero del 2007 como parte de la Expedición Científica del MV *Phoenix* con un grupo de científicos, coordinados por el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica. Se evaluaron sitios todo alrededor de la Isla del Caño cubriendo la totalidad de los ambientes marinos y se hizo un levantamiento batimétrico alrededor de esta, hasta 6 km de la orilla. Esta expedición fue financiada

por The Nature Conservancy (TNC), el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica y el Smithsonian Tropical Research Institute (STRI).

El proyecto se enmarcó dentro de las estrategias y actividades de conservación con visión paisajista que realiza TNC en la región. Este mismo esquema ya dio sus primeros resultados para el Pacífico Occidental de Panamá, en el Parque Nacional de Coiba, en el Golfo de Chiriquí (Guzmán *et al.* 2004). La finalidad de estas evaluaciones es poder contar con una descripción clara y actualizada de los ambientes marinos costeros como herramientas de manejo y conservación. El presente trabajo, y el ya realizado en Coiba (Guzmán *et al.* 2004), forman parte de una futura

evaluación más completa de la eco-región Nicoya donde TNC ha ubicado varios de sus sitios de acción y donde se encuentran varias áreas marinas protegidas de importancia nacional, regional e internacional.

En esta publicación se presenta un mapa batimétrico actualizado y preciso de los ambientes marino-costeros de la Isla del Caño, perfiles batimétricos, así como una serie de mapas de los ambientes marinos. Se incluyen, además, listas de especies, una evaluación de la ictiofauna alrededor de la isla, una lista de publicaciones científicas sobre ambientes y organismos marinos, y se exponen algunas recomendaciones para un adecuado manejo de estos ambientes marinos.

Materiales y métodos

Batimetría

Los datos batimétricos se tomaron utilizando una sonda GARMIN (GPSmap® 298) equipada con ecosonda y GPS. Se realizaron 45 transectos lineales de 6 km cada uno para un total de 270 km alrededor de la Isla del Caño (Figura 3). Los datos generados durante este proyecto se combinaron con los obtenidos durante la expedición CIMAR-ZMT a bordo del Buque Oceanográfico Alemán *Victor Hensen* en 1994 (Cortés *et al.* 1996).

El mapa de batimetría se elaboró creando un mapa de puntos a partir de las coordenadas geográficas para las cuales se midió la profundidad en el campo. El mapa de puntos se convirtió en un mapa batimétrico utilizando el modelo esférico de la función “Interpolación” (“Krigging”), y se aplicó un filtro circular de “Vecino más cercano” (“Neighborhood”) utilizando el promedio y un radio de 10 píxeles para suavizar las curvas. Luego se obtuvieron isolíneas a partir del modelo batimétrico con la función de “Contorno” (“Contour”). Debido a que el modelo batimétrico no refleja los detalles particulares del fondo en aguas someras cercanas a la isla, se generaron perfiles batimétricos de algunos transectos representativos en diferentes direcciones.

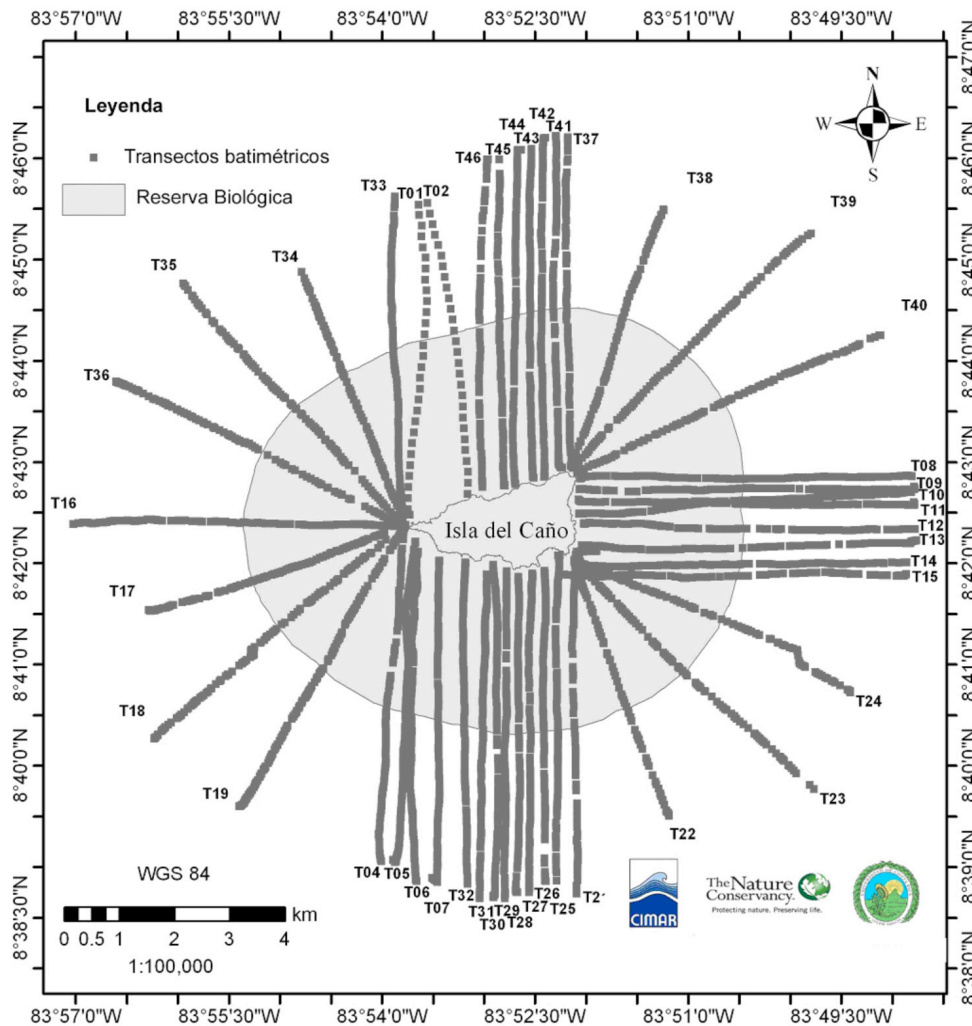


Figura 3. Rutas de navegación para medir profundidad hasta 6 km alrededor de la Isla del Caño.

Mapas de hábitats marinos

Todos los mapas se realizaron utilizando el programa ArcGIS versión 9.2. En las secciones siguientes se muestran las imágenes utilizadas y se explican como fueron procesadas. El mapa de hábitats marinos con una resolución media-alta (pixel de 15 m) se creó clasificando una imagen Hymap, de la misión CARTA 2005 (Figura 4). La imagen fue georeferenciada con puntos geográficos de control obtenidos en el campo. La corrección atmosférica se realizó utilizando el programa HyCorr, que convierte los valores de radiancia en valores de reflectancia superficial aparente (nivel compatible con el procesamiento ATREM3). El nivel de precisión geométrica de la imagen sin procesar fue revisado contra puntos de control en la costa de la isla. Se le aplicó un Análisis de Componentes Principales a las 18 bandas de la imagen Hymap para generar tres componentes que incluyeran los efectos contribuyentes de todas las bandas a la discriminación de los hábitats marinos; esto reduce la redundancia e integra la varianza radiométrica asociada a las bandas multi-espectrales (Jensen 2004, Mishra *et al.* 2006). Las bandas PCA 1,2,3 fueron seleccionadas para hacer la clasificación de la imagen ya que explicaban 99% de la varianza.

El diagrama de flujo de procesamiento de la imagen Hymap de la misión CARTA 2005 se presenta en la Figura 5. El mapa de hábitats marinos de Isla del Caño basado en la clasificación final de Hymap.

Utilizando una imagen Quickbird del 24 de febrero de 2007 (Figura 7) se hizo una clasificación de hábitats marinos de alta resolución (pixel de 2 m) y se generó un mapa, utilizando la misma metodología que para la imagen Hymap con la única diferencia que a la imagen Quickbird hubo que hacerle la corrección atmosférica por el método de Sustracción del Pixel más Oscuro (Dark Pixel Substraction) y una corrección de la columna de agua con el método del Índice de Profundidad Invariable de Lyzenga (1978, 1981) (ver diagrama de flujo de procesamiento, Figura 5). Además, se evaluaron cuantitativamente 15 sitios y cualitativamente más de 50 sitios alrededor de la isla para cuantificar la cobertura de coral vivo, y se generó un mapa de cobertura de coral vivo en arrecifes y comunidades de coral en la Reserva Biológica Isla del Caño.

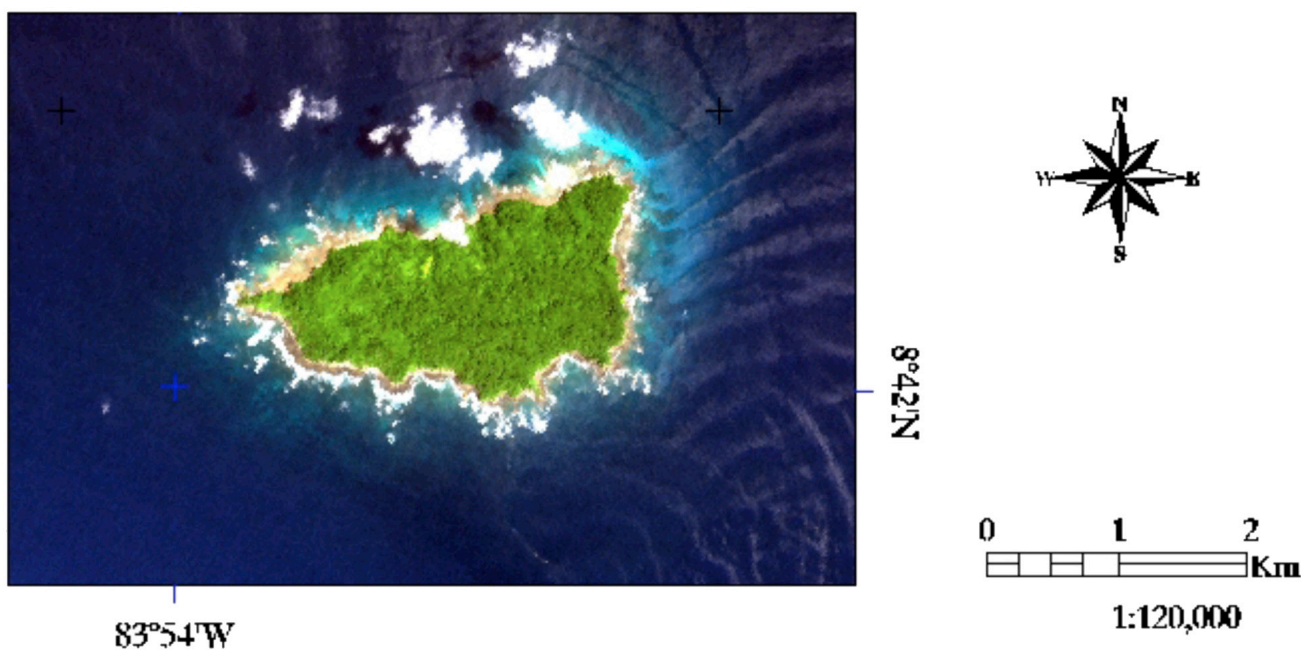


Figura 4. Composición de color verdadero de la imagen Hymap, 2005.

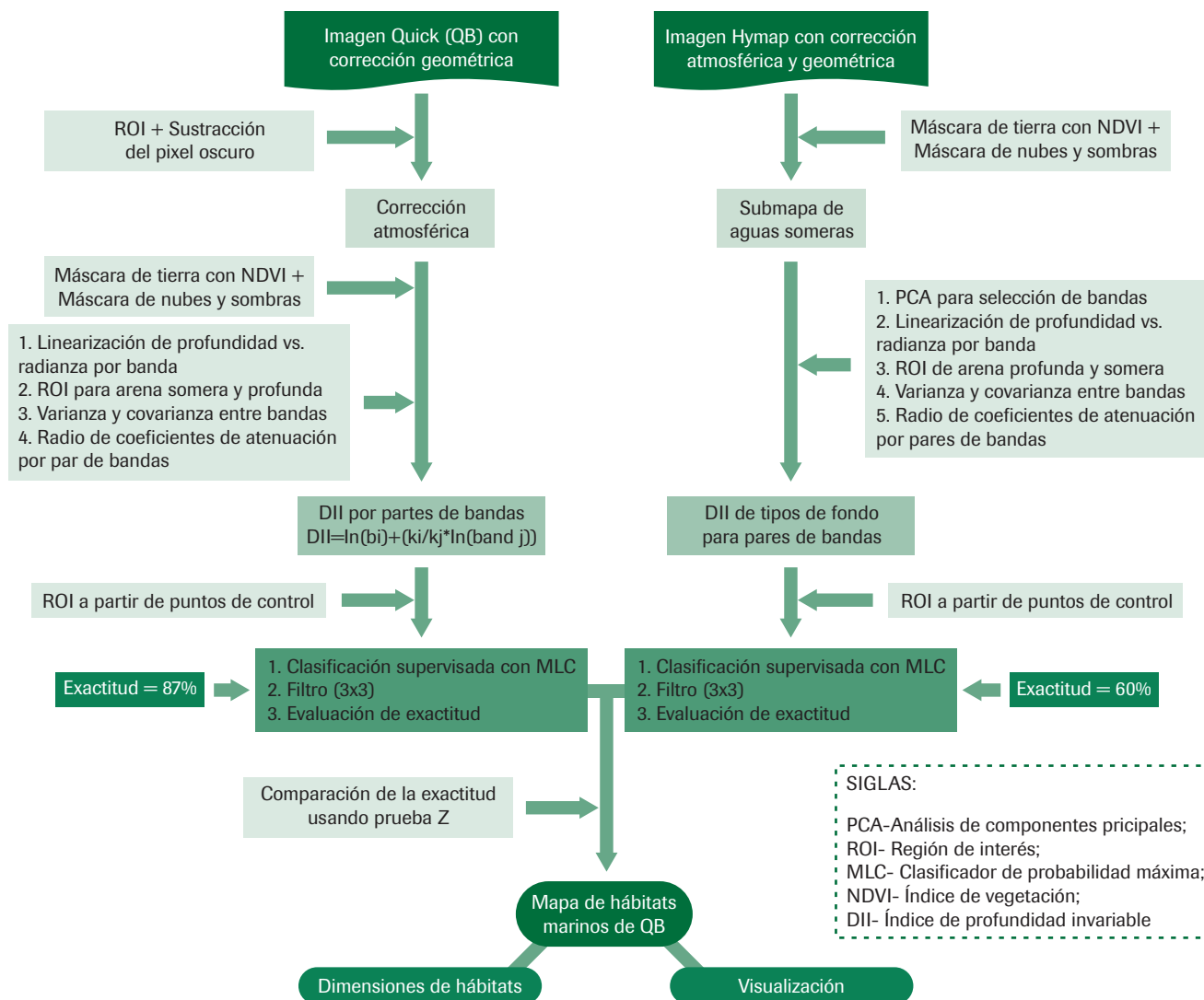


Figura 5. Diagrama de flujo de procesamiento de las imágenes Hymap, de la misión CARTA 2005, y la Quickbird del 2007.

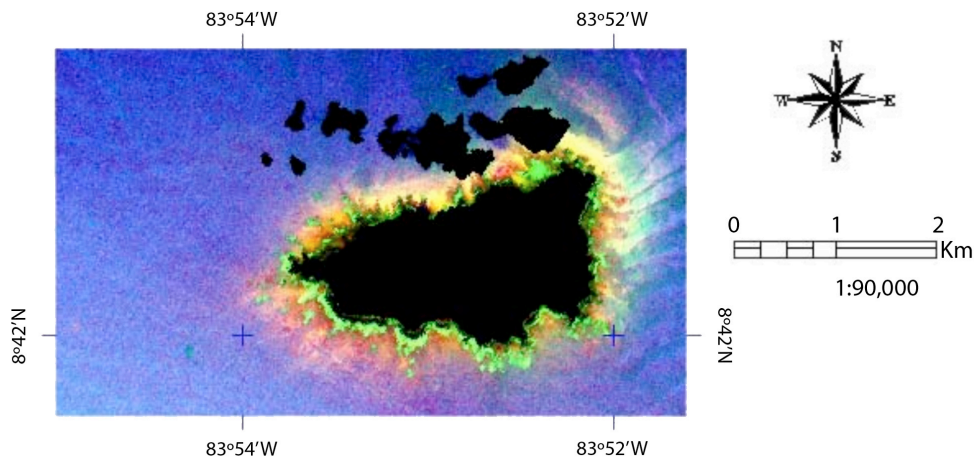


Figura 6. Índice de Profundidad Invariable de la imagen Hymap (bandas 13, 9, 1).

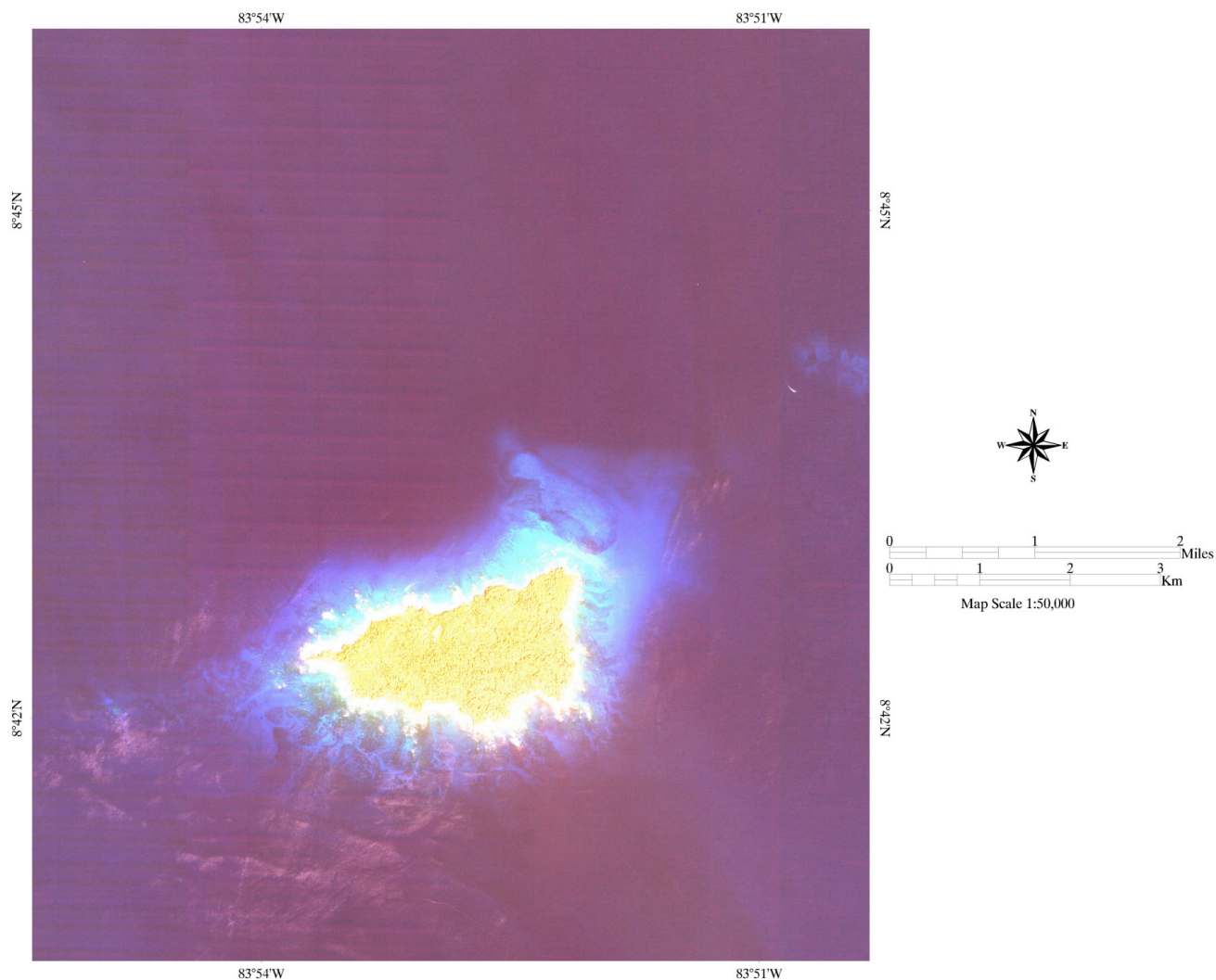


Figura 7. Imagen Quickbird de la Isla del Caño del 24 de febrero del 2007.

Descripción de la flora y fauna asociada

Todo alrededor de la isla se inspeccionó mediante la técnica de arrastre manta (Rogers *et al.* 1994). Esta técnica consiste en el arrastre de un buzo a baja velocidad por una embarcación a motor que va siguiendo el contorno de la costa y a la vez alejándose y acercándose de ella en forma de rejilla. De esta manera, se puede tener una apreciación rápida de la composición del fondo marino. Durante el recorrido el buzo va indicando si la zona está compuesta por arrecifes rocosos, coralinos, parches de arena o de algas, así como indicando si el sitio posee alguna particularidad. En la embarcación se va anotando las indicaciones del buzo sobre la composición de los hábitats marinos así como las coordenadas de los mismos. Esta técnica permite de manera rápida tener una comprobación en campo de las imágenes satelitales.

Posteriormente, se seleccionaron sitios alrededor de la isla para una inspección más detallada. En dichos sitio se cuantificó las especies de corales, octocorales, algas y peces presentes. Se recolectaron algas y octocorales que no pudieron ser identificados *in situ*.

Los peces fueron evaluados mediante una técnica de monitoreo visual denominada buceo exploratorio (Rogers *et al.* 1994), la cual consiste en bucear libremente sobre un sitio y apuntar las especie avistadas. El buceo empezó en el momento en que se ingresó al agua y cada buceo tuvo un mínimo de 30 minutos. Cada especie anotada se asigna dentro de un código de abundancia de cuatro categorías que se basan en el número aproximado de individuos que se observaron, de la siguiente manera: 1 = un individuo, 2 = entre 2 y 10, 3 = entre 11 y 100, y 4 = más de 100.

La riqueza de especies, definida como el número total de especies documentadas, fue calculada para cada buceo. Tres parámetros, porcentaje de frecuencia de avistamiento (%FA): el porcentaje de buceos en que se observó la especie; densidad (**D**): promedio ponderado del código de abundancia en que cada especie se observó por buceo, y la abundancia (**A**) definida como $A = D * \%FA$, que nos da una idea del valor de cada especie en el muestreo total. Todos los buceos tuvieron una duración entre 30 y 60 minutos, el tiempo de buceo no se tomó en cuenta para calcular los parámetros arriba mencionados. Los sitios muestreados se escogieron utilizando dos criterios: 1) arrecifes someros de menos de 10 m de profundidad con una alta cobertura de coral y 2) sitios profundos con más de 10 m, que eran identificados durante los arrastres batimétricos, además, se visitó el Bajo del Diablo debido a que es el más visitado por los turistas.

Se levantó una lista de las especies marinas informadas para la Isla del Caño basada en publicaciones científicas. La información fue analizada y los vacíos de conocimiento apuntados.

Bibliografía sobre la Isla del Caño

Se hizo una compilación de la información científica existente sobre los organismos, ambientes y procesos marinos en la Reserva Biológica Isla del Caño. Las publicaciones fueron analizadas y catalogadas para detectar los vacíos de información.

Resultados

Batimetría

La Isla del Caño está rodeada por una plataforma insular irregular en extensión y profundidad (Figura 8). En los lados oeste, norte y este la plataforma termina a unos 40 m de profundidad y se hace profunda poco a poco (Figuras 9a-f). Del lado sur la pendiente es pronunciada hasta los 80 m y de ahí en adelante la pendiente es mucho menor (Figura 9). En la Figura 8, se pueden apreciar dos bajos, uno localizado a 10 km al sureste y con la cima a 35 m de profundidad. El otro bajo está a 4 km al noreste de la isla y la cima a 25 m de

profundidad. Además, hay dos depresiones, una a 7 km al suroeste de la isla con una profundidad de 105 m, y otra a 8 km al norte con 75 m de profundidad (Figura 8) (Cortés *et al.* 1996). De la isla hacia el continente, y especialmente hacia el noreste, el fondo es menos profundo y la pendiente es poco pronunciada comparado con el lado suroeste donde la pendiente es más pronunciada y las profundidades mayores.

Alrededor de la Isla del Caño hay cinco plataformas arrecifales: dos en el norte, una en el este y dos pequeñas al sur. La estructura de las secciones someras está determinada por factores físicos, tales como oleaje, temperatura y salinidad, mientras que en las zonas más profundas es por interacciones biológicas, por ejemplo, bioerosión, organismos coralívoros y competencia interespecífica (Guzmán y Cortés 1989, Fonseca-Escalante 1999, Fonseca *et al.* 2006).

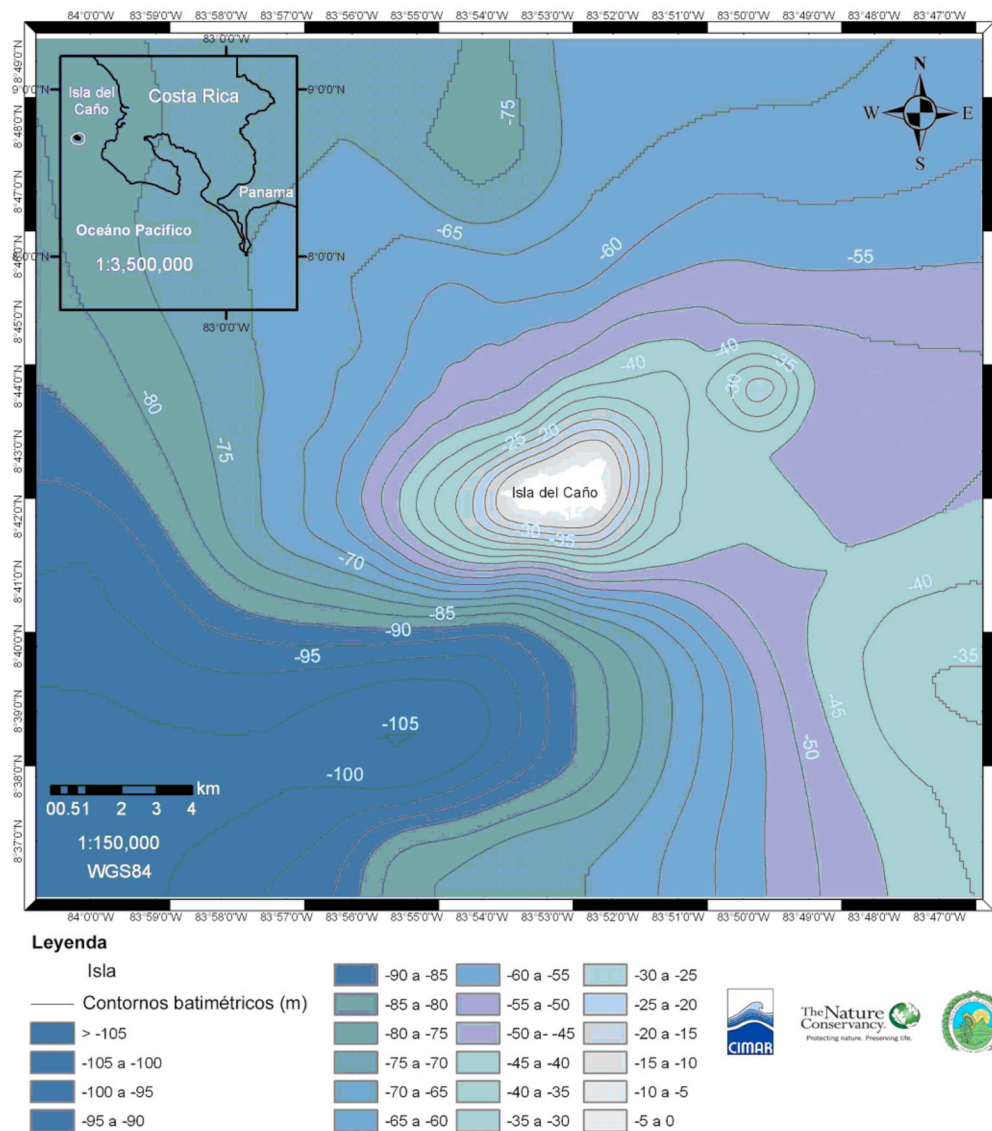


Figura 8. Mapa batimétrico de la Isla del Caño.

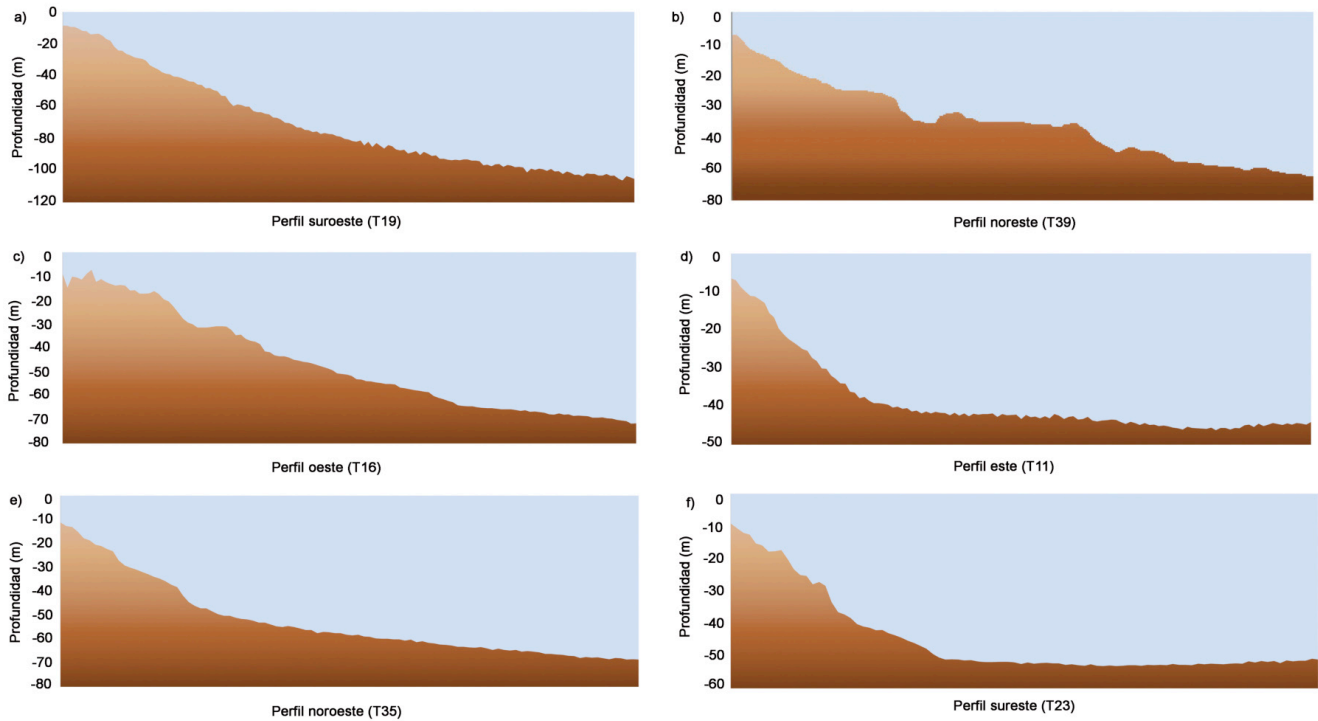


Figura 9. Perfiles batimétricos en la Isla del Caño. (a) suroeste (Transecto 19); (b) noreste (Transecto 39); (c) oeste (Transecto 16); (d) este (Transecto 11); (e) noroeste (Transecto 35); (f) sureste (Transecto 23).

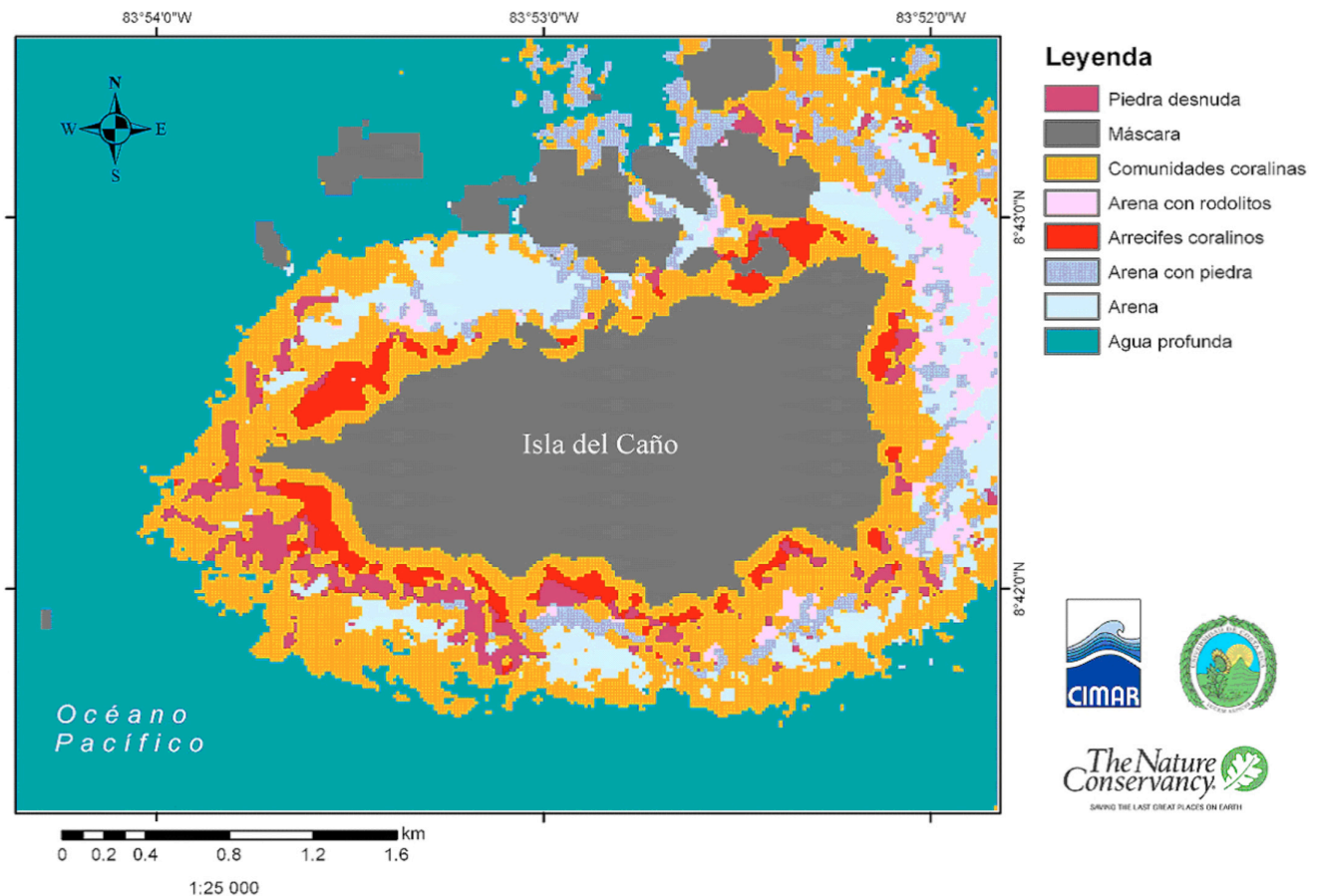


Figura 10. Mapa de hábitats marinos de Isla del Caño basado en la clasificación final de Hymap.

A 4 km en dirección noreste de la isla hay un bajo carbonatado (Figura 8) con una cobertura béntica alta el cual es usado para el buceo y es conocido como el Bajo Paraíso. Sin embargo, este no se encuentra dentro de los límites actuales de la Reserva Biológica. Otro bajo muy usado por los buzos es el Bajo El Diablo al suroeste de la isla, el cual si está dentro del área protegida.

Mapas de hábitats marinos

El mapa de hábitat generado con la imagen Hymap (Figura 10) tiene una exactitud del 60%, mientras, que la exactitud del mapa a partir de la imagen QuickBird (Figura 11) fue mayor (87%). Green *et al.* (2000) sugieren que una exactitud entre 60 y 80% es suficiente para inventarios de recursos costeros y marinos, por lo que ambas imágenes son aceptables. Sin embargo, la diferencia en el costo es enorme, por lo que en un análisis de costo/beneficio es preferible el uso de las imágenes Hymap, por lo menos en Costa Rica.

Esto último debido a que casi todo el país ha sido escaneado por medio de los proyectos CARTA 2003 y 2005.

Los arrecifes coralinos representan el 13% (325 píxeles), mientras que las comunidades coralinas ocuparon el 14% (353 píxeles) de los ambientes someros (2537 píxeles), según el mapa de hábitats marinos resultado de la clasificación de Quickbird. Resultando en áreas de 1300 m² de arrecifes y 1412 m² de comunidades coralinas. Las comunidades coralinas se encuentran distribuidas a todo el alrededor de la Isladel Caño (Figura 10), mientras que los arrecifes coralinos se encuentran concentrados en parches en al menos cuatro puntos. La sección noreste es la única parte de la isla que presenta mantos de rodolitos (los rodolitos son algas calcáreas redondas de hasta 10 cm de diámetro). Estos lechos de rodolitos son importes como sitios de crianza de otros de organismos y que son ambientes particulares, muy poco estudiados y probablemente importantes en el ciclo del carbono en los mares. También, se observa una concentración alta de sustrato arenoso al norte de la isla, en las cercanías del puesto de guardaparques.

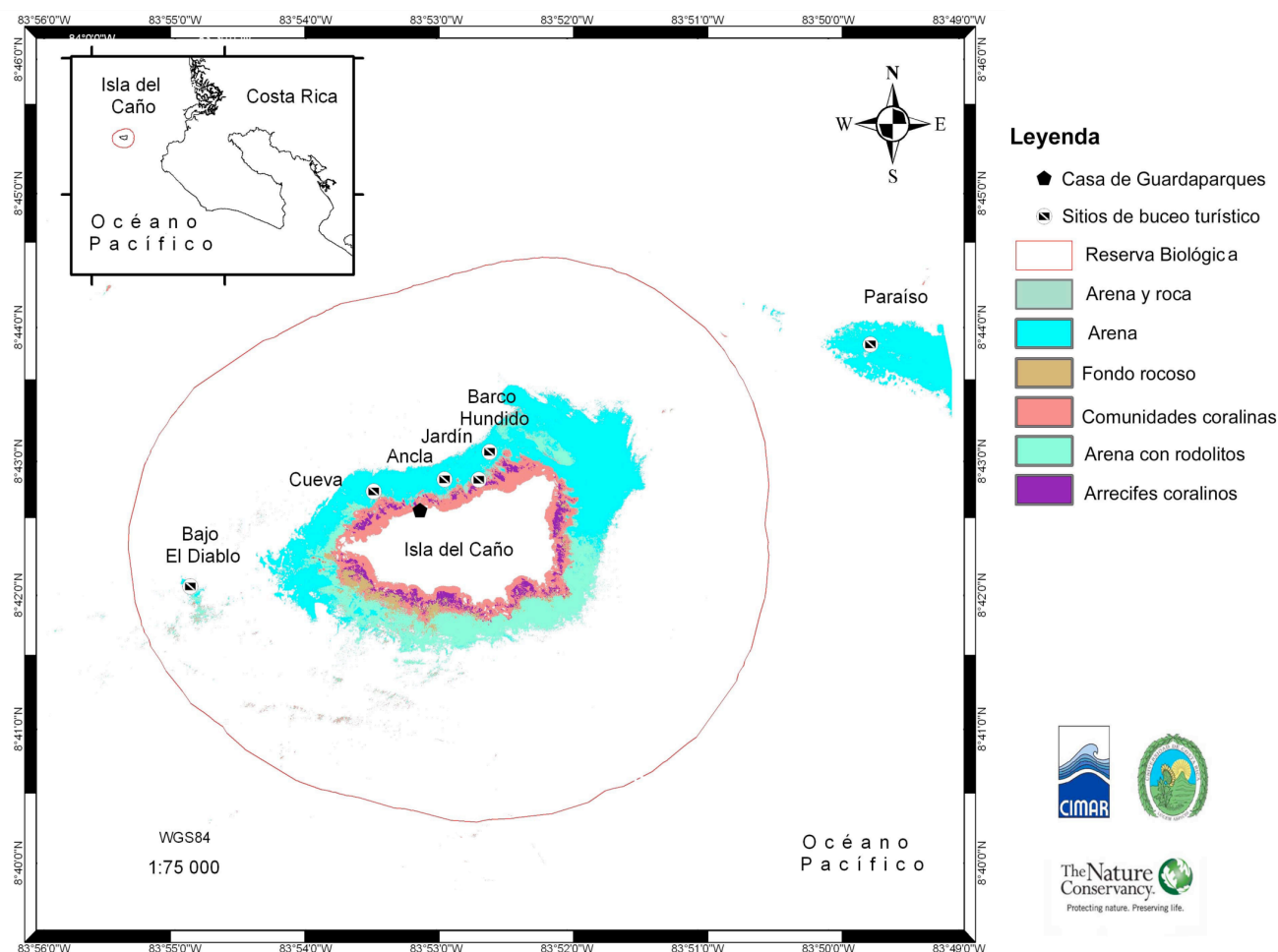


Figura 11. Mapa de hábitats marinos de la Isla del Caño utilizando la imagen Quickbird.

Hábitats marinos

La cobertura de coral vivo en la Isla del Caño ha venido aumentando desde su reducción drástica durante El Niño 1982-83 (Guzmán y Cortés 2001). En febrero 2007 se encontraron altas cantidades de coral vivo en varios sitios (Figura 12). La mayoría de los ambientes marinos más diversos están en los límites actuales de la Reserva Biológica Isla del Caño. Sin embargo, están expuestos a varios problemas. Se está dando una visitación masiva de turistas, pesca deportiva, pesca comercial ilegal y anclaje de todo tipo de lanchas y barcos, tanto de turismo como de

pesca y camaroneros. Hay contaminación con líquidos y sólidos. Actualmente, el buceo está regulado en la Isla del Caño y se han puesto boyas en cuatro sitios: La Cueva, El Ancla, El Jardín y El Barco Hundido (Figura 11), además hay sitios sin marcar como el Bajo el Diablo y Bajo Paraíso (este último fuera de los límites actuales de la Reserva). Las coberturas más altas de comunidades y arrecifes coralinos se encuentran en la sección norte de la isla (Figura 12), sitio que a su vez es el más visitado por lo buzos recreativos a pulmón. La sección sur posee coberturas menores, pero a su vez esta es la zona que posee mayor impacto por oleaje fuerte.

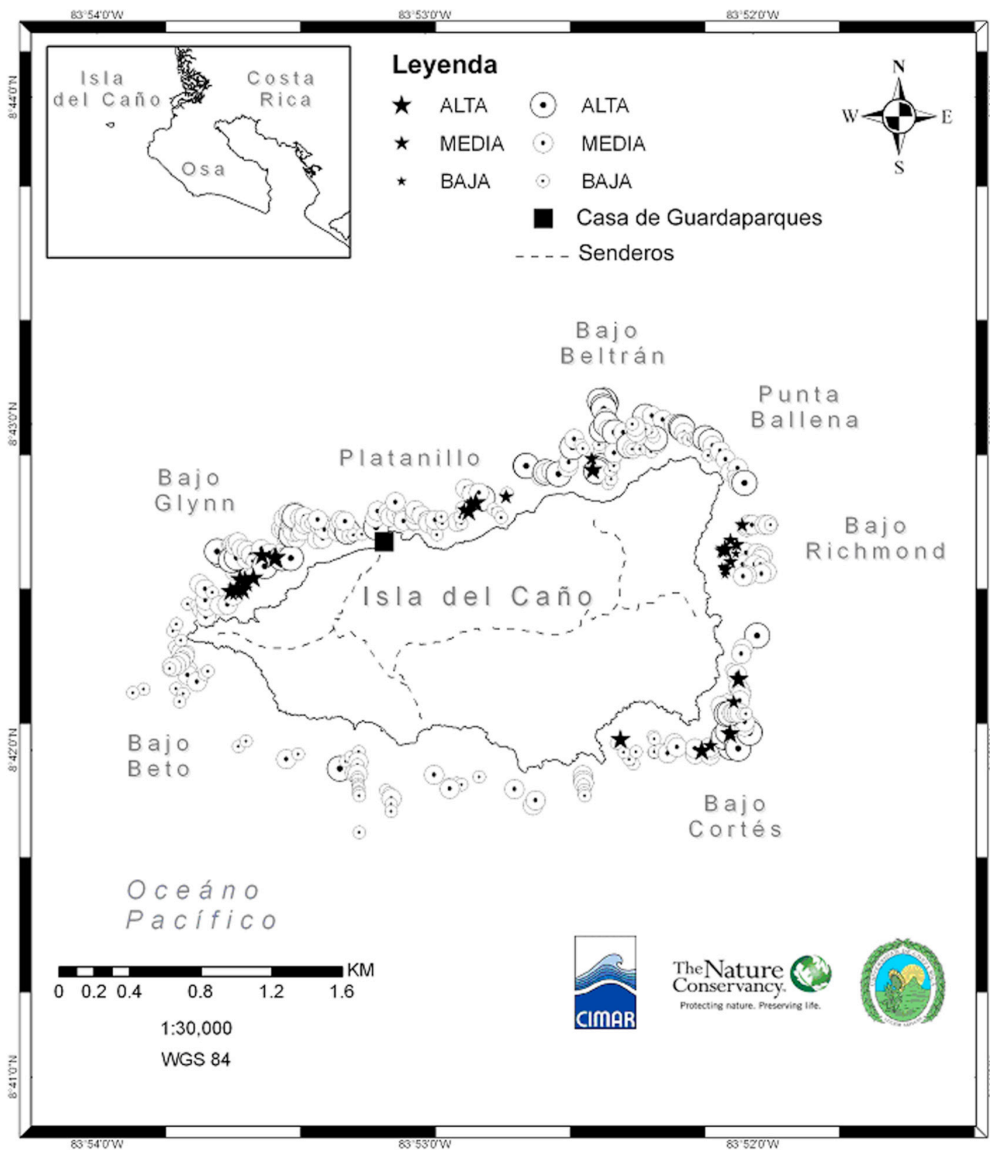


Figura 12. Mapa de cobertura de coral vivo en arrecifes (estrellas) y comunidades coralinas (círculos) de la Isla del Caño.

La flora y fauna asociada

La revisión de la literatura científica y las recolectas realizadas durante la expedición, resultaron en 37 especies de algas en cuatro Divisiones (Cuadro 1). Se encontró una especie de cianobacteria, 10 algas verdes (Chlorophyta), ocho pardas (Phaeophyta) y 18 rojas (Rhodophyta).

Durante la expedición de febrero 2007, se pudo observar una propagación del alga *Caulerpa sertularioides* (Figura 13) la cual ha demostrado ser la causante de la muerte de corales y de la reducción en biodiversidad en Bahía Culebra, Pacífico

norte del país (Fernández & Cortés 2005, Fernández-García 2007). Según observaciones anteriores esta alga no se había informado para la isla, sin embargo aún no se ha podido determinar su origen. Los parches del alga se observan principalmente en el lado este de la isla y según Fernández y Cortés (2008) se ha estimado que el parche alcanza más de una hectárea, con un 61% de cobertura y con una densidad de frondas de 48 frondas/10 cm². Es muy importante alertar a los usuarios turísticos de la isla, para que conozcan la problemática, posibles repercusiones y cambios de comportamiento que tienen que adoptar para disminuir los impactos y distribución del alga a otros lugares.

Cuadro 1. Lista preliminar de algas encontradas en la Isla del Caño en enero y febrero 2007, más las informadas en la literatura científica. Identificación por Cindy Fernández.

Familia	Especie
División Cianophyta	
Familia Phormidiaceae	<i>Symploca hypnoides</i>
División Chlorophyta	
Familia Ulvaceae	<i>Ulva</i> spp.
Familia Cladophoraceae	<i>Cladophora</i> spp.
Familia Siphonocladaceae	<i>Cladophoropsis</i> sp.
Familia Codiaceae	<i>Codium isabelae</i>
Familia Bryopsidaceae	<i>Bryopsis pennata</i>
Familia Caulerpaceae	<i>Caulerpa sertularioides</i>
	<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i>
Familia Halimedaceae	<i>Halimeda discoidea</i>
Familia Polyphysaceae	<i>Parvocaulis parvula</i>
	<i>Polyphysa clavata</i>
División Ochrophyta-Clase Phaeophyceae	
Familia Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>
Familia Dictyotaceae	<i>Dictyopteris delicatula</i>
	<i>Dictyota</i> spp.
	<i>Dictyota adnata</i>
	<i>Dictyota masonii</i>
	<i>Padina crispata</i>
	<i>Padina</i> sp.
	<i>Lobophora variegata</i>

continúa

Familia	Especie
División Rhodophyta	
Familia Corallinaceae	<i>Amphiroa</i> spp.
	<i>Amphiroa beauvoisii</i>
	<i>Amphiroa misakiensis</i>
	<i>Amphiroa rigida</i>
	<i>Porolithon castellum</i>
	<i>Porolithon onkodes</i>
	<i>Sporolithon pacificum</i>
Familia Gelidiaceae	<i>Gelidium</i> sp.
	<i>Gelidiella hancokii</i>
División Rhodophyta	
Familia Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i> spp.
Familia Galaxauraceae	<i>Galaxaura marginata</i>
Familia Peyssonneliaceae	<i>Peyssonnelia</i> sp.
	<i>Cruoriella fissurata</i>
Familia Ceramiaceae	<i>Ceramium</i> spp.
	<i>Wrangelia dumontii</i>
Familia Rhodomelaceae	<i>Polysiphonia</i> spp.
	<i>Digenea simplex</i>
Familia Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis taxiformis</i>



Figura 13. A) Parche del alga invasora *Caulerpa sertularioides* observada en la Isla del Caño (Fotografía por Fabián Castillo), B) *Caulerpa sertularioides* creciendo sobre el coral *Pocillopora elegans* (Fotografía por Cindy Fernández).

Se identificaron un total de 20 especies de octocorales, dos de coral negro (especies número 21 y 22) y 21 de corales escleractinios (Cuadro 2). Dentro de los octocorales el género *Pacifigorgia* fue el más diverso con 11 especies, mientras que entre los corales los géneros más ricos fueron *Pavona* y *Pocillopora* con seis especies cada uno.

Se contabilizaron 82 especies de peces, pertenecientes a 33 familias (Cuadro 3). La gran mayoría de las especies aparecieron en pocos sitios, mientras que unas pocas estuvieron presentes en todos los sitios. Más de 70 especies se encontraron con abundancias bajas, entre 1 y 10 individuos, y solamente unas pocas se encontraron

con abundancias altas. En el Cuadro 3 se presentan las familias y especies de peces que se observaron en 15 sitios muestreados alrededor de la Isla del Caño. El sitio 11 es el que presenta más especies, 40 en 21 familias, y en el sitio 14, lugar con menos diversidad se observaron 19 especies (10 familias). El promedio y desviación estándar por transecto fue de 28.33 ± 6.14 especies de peces. La gran mayoría de las especies aparecieron en pocos sitios, mientras que unas pocas estuvieron presentes en todos los sitios (Figura 15). Más de 70 especies se encontraron con abundancias bajas entre 1 y 10 individuos, y solamente unas pocas se encontraron con abundancias altas (Figura 16).

Cuadro 2. Lista de octocorales y corales escleractinios encontradas en la Isla del Caño durante la Expedición Científica del Phoenix, y las especies informadas en la literatura.

No	Género	Especie
1	<i>Pacifigorgia</i>	<i>bayeri</i>
2	<i>Pacifigorgia</i>	<i>irene</i>
3	<i>Pacifigorgia</i>	<i>stenobrochis</i>
4	<i>Pacifigorgia</i>	<i>eximia</i>
5	<i>Pacifigorgia</i>	<i>adamsii</i>
6	<i>Pacifigorgia</i>	<i>cairnsi</i>
7	<i>Pacifigorgia</i>	<i>rubicunda</i>
8	<i>Pacifigorgia</i>	<i>cf. firma</i>
9	<i>Pacifigorgia</i>	<i>firma</i>
10	<i>Pacifigorgia</i>	<i>cf. ferruginea</i>
11	<i>Pacifigorgia</i>	<i>lacerata</i>
12	<i>Leptogorgia</i>	<i>cofrini</i>
13	<i>Leptogorgia</i>	<i>alba</i>
14	<i>Leptogorgia</i>	<i>difussa</i>
15	<i>Leptogorgia</i>	<i>pumila</i>
16	<i>Heterogorgia</i>	<i>verrucosa</i>
17	<i>Heterogorgia</i>	sp.
18	<i>Psammogorgia</i>	sp.
19	<i>Psammogorgia</i>	<i>cf. arbuscula</i>
20	<i>Carijoa</i>	<i>riseii</i>
21	<i>Antipathes</i>	<i>galapagensis</i>
22	<i>Myriopathes</i>	<i>panamensis</i>
	Sub-Total	22

No	Género	Especie
1	<i>Gardineroseris</i>	<i>planulata</i>
2	<i>Pavona</i>	<i>varians</i>
3	<i>Pavona</i>	<i>frondifera</i>
4	<i>Pavona</i>	<i>gigantea</i>
5	<i>Pavona</i>	<i>maldivensis</i>
6	<i>Pavona</i>	<i>clavus</i>
7	<i>Pavona</i>	<i>chiriquensis</i>
8	<i>Porites</i>	<i>lobata</i>
9	<i>Porites</i>	<i>panamensis</i>
10	<i>Psammocora</i>	<i>superficialis</i>
11	<i>Psammocora</i>	<i>stellata</i>
12	<i>Tubastrea</i>	<i>coccinea</i>
13	<i>Pocillopora</i>	<i>damicornis</i>
14	<i>Pocillopora</i>	<i>elegans</i>
15	<i>Pocillopora</i>	<i>eydouxii</i>
16	<i>Pocillopora</i>	<i>meandrina</i>
17	<i>Pocillopora</i>	<i>cf. capitata</i>
18	<i>Pocillopora</i>	<i>inflata</i>
19	<i>Cladopsamia</i>	<i>eguchi</i>
20	<i>Oulangia</i>	<i>bradleyi</i>
21	<i>Astrangia</i>	<i>equatorialis</i>
	Sub-Total	21
	Total especies	43

Cuadro 3. Familias y especies (según Allen & Robertson 1994, Robertson & Allen 2006) observadas y los parámetros calculados para cada especie en los 15 sitios visitados.

Sitio		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Parámetros		
Profundidad(m)		5	25	40	6	4	27	4	45	25	4	28	35	40	4.5	D	FA%	A
Familia	Especie																	
Elopidae	<i>Elops affinis</i>											2				2.00	6.67	13.33
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus zonipectus</i>											1				1.00	6.67	6.67
	<i>Holocanthus passer</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3		2.14	93.33	200.00
Blennidae	<i>Ophioblennius steindachneri</i>		2					2		2		2		2	1	1.86	46.67	86.67
	<i>Plagiotremus azaleus</i>							2	2							2.00	20.00	40.00
	<i>Mccoskerichthys sandae</i>		2				2		2	2				3		2.20	33.33	73.33
Chaetodontidae	<i>Chaetodon humeralis</i>												2			2.00	6.67	13.33
	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>		2	3	2		2	2	2	2	2	2		3	2	2.17	80.00	173.33
Chaenopsidae	<i>Acathembleria hancocki</i>		1													1.00	6.67	6.67
Apogonidae	<i>Apogon dovii</i>						2		2	2				3		2.25	26.67	60.00
	<i>Apogon pacifici</i>								2	2				3		2.33	20.00	46.67
Kyphosidae	<i>Kyphosus analogus</i>	2	2		2			1	2	2	3	2	2	2		2.09	73.33	153.33
	<i>Sectator ocyurus</i>											1	2	2		1.67	20.00	33.33
Pomacentridae	<i>Stegastes acapulcoensis</i>				3	3		2							3	2.6	33.33	86.67
	<i>Stegastes flavilatus</i>	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3		3	2	2.71	93.33	253.33
	<i>Microspathodon dorsalis</i>	2			2	2					2	2		2		2.00	46.67	93.33
	<i>Chromis atrilobata</i>	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4		4	4	3.86	93.33	360.00
	<i>Abudefduf troschelii</i>	3	3			2		2			3				2	2.5	40.00	100.00
Muraenidae	<i>Muraena lentiginosa</i>								1							1.00	6.67	6.67
	<i>Gymnothorax castaneus</i>			2		1			1			2				1.50	26.67	40.00
	<i>Gymnothorax dovii</i>								1			2				1.50	13.33	20.00

Sitio		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Parámetros		
Profundidad(m)		5	25	40	6	4	27	4	45	25	4	28	35	40	4.5	D	FA%	A
Familia	Especie																	
Gobiidae	<i>Elacatinus punctulatus</i>		2	3					3	2	2	3		3		2.57	46.67	120.00
Serranidae	<i>Epinephelus labriformis</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.07	100.00	206.67
	<i>Epinephelus panamensis</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2.00	100.00	200.00
	<i>Epinephelus analogus</i>												1			1.00	6.67	6.67
	<i>Myctereperca xenarcha</i>												1			1.00	6.67	6.67
	<i>Dermatolephis dermatolophis</i>					1										1.00	6.67	6.67
	<i>Serranus psittacinus</i>							2			2	2				2.00	20.00	40.00
	<i>Paranthias colonus</i>		4	4			3		3	3		4	4	4		2.00	53.33	106.67
Haemulidae	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	2														4.00	6.67	26.67
	<i>Anisotremus taeniatus</i>		2	2						2		2		2		4.00	33.33	133.33
	<i>Haemulon maculicauda</i>									4			4			4.00	13.33	53.33
	<i>Haemulon steindachneri</i>												4			2.00	6.67	13.33
	<i>Microlepidotus brevipinnis</i>			4												2.40	6.67	16.00
	<i>Anisotremus caesius</i>		2													1.25	6.67	8.33
Cirrhitidae	<i>Cirrhichthys oxycephalus</i>	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3.00	100.00	300.00
	<i>Cirrhites rivulatus</i>	1	1					2				1				1.50	26.67	40.00
	<i>Oxycirrhites typus</i>												3			2.50	6.67	16.67
Carangidae	<i>Seriola rivoliana</i>												1		2	2.15	13.33	28.72
	<i>Caranx caballus</i>					2					3		3		2	3.00	26.67	80.00
	<i>Caranx melanpygus</i>	1	2	3	2	2	2	2		2	2	3	2	3		1.50	86.67	130.00
	<i>Elagatis bipinnulata</i>												3			2.53	6.67	16.89
Fistulariidae	<i>Fistularia commersoni</i>							2								2.00	13.33	26.67

continúa

viene de la página anterior

Sitio		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Parámetros		
Profundidad(m)		5	25	40	6	4	27	4	45	25	4	28	35	40	4.5	D	FA%	A
Familia	Especie																	
Scaridae	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2.15	100.00	215.38
	<i>Scarus ghobban</i>										2					1.25	6.67	8.33
Tetraodontidae	<i>Arothron meleagris</i>	1	2	2	3	3		2	2	2	2	2	2	3		2.80	86.67	242.67
	<i>Canthigaster punctatissima</i>		1					1						1	2	1.00	26.67	26.67
Ostraciidae	<i>Ostracion meleagris</i>	3		2	3	3		3	2		3	3		3		1.00	66.67	66.67
Diodontidae	<i>Diodon hystrix</i>													1		2.00	6.67	13.33
Scorpaenidae	<i>Scorpaena histrio</i>												1	1		3.63	13.33	48.33
Grammistidae	<i>Rypticus bicolor</i>															2.00	6.67	13.33
Hemigaleidae	<i>Triaenodon obesus</i>	1	2	1										2		1.50	26.67	40.00
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>						1									1.00	6.67	6.67
	<i>Carcharhinus</i> sp.												1			1.00	6.67	6.67
Lutjanidae	<i>Hoplopagrus guntheri</i>	1		1							1	2				1.25	26.67	33.33
	<i>Lutjanus viridis</i>		3							3		3				3.00	20.00	60.00
	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>		2	3								3				2.67	20.00	53.33
	<i>Lutjanus argentiventris</i>	2	2	2		2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2.36	93.33	220.00
	<i>Lutjanus inermis</i>									3		2				2.50	13.33	33.33
Holocentridae	<i>Sargocentron suborbitalis</i>	1								2	2					1.67	20.00	33.33
	<i>Myripristis leiognathus</i>		2					1		2	2					1.75	26.67	46.67
	<i>Myripristis berndti</i>	1								3		3		2		2.25	26.67	60.00
Acanthuridae	<i>Acanthurus triostegus</i>				2	2										2.00	13.33	26.67
	<i>Acanthurus xanthopterus</i>		3	3		3	3	2	3	3	2	2		3		2.73	73.33	200.00
	<i>Prionurus laticlavus</i>	2	2	2	1	2		2	2	2	2	3		3		2.09	73.33	153.33
	<i>Acanthurus nigricans</i>		2		3	3					3	3		2		2.57	46.67	120.00

Sitio		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Parámetros		
		5	25	40	6	4	27	4	45	25	4	28	35	40	4.5	D	FA%	A
Familia	Especie																	
Balistidae	<i>Pseudobalistes naufragium</i>		2	2	2	2	1	1	2	2	1	2		2		1.73	73.33	126.67
	<i>Xanthichthys mento</i>	3	2		2	2	2	2	2	2	2	3		2	1	2.15	86.67	186.67
	<i>Melichthys niger</i>				2			1								1.50	13.33	20.00
Labridae	<i>Halichoeres dispilus</i>										3				2	2.67	20.00	53.33
	<i>Bodianus diplotaenia</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2.93	100.00	293.33
	<i>Thalassoma lucasanum</i>	4	4	4	4	4	3	4		3	4	4		4	3	3.77	86.67	326.67
	<i>Novaculichthys taeniourus</i>							1							1	1.00	13.33	13.33
	<i>Halichoeres nicholsi</i>	3	2	3	3	2	2	2		2	2	3		2	2	2.38	86.67	206.67
	<i>Halichoeres chierchiaie</i>	2														2.00	6.67	13.33
	<i>Halichoeres melanotis</i>											2				2.00	6.67	13.33
	<i>Thalassoma grammatum</i>				2											2.00	6.67	13.33
Mullidae	<i>Mulloidichthys dentatus</i>									2	2					2.00	13.33	26.67
Scombridae	<i>Acantocibium solenderi</i>									1						1.00	6.67	6.67
	<i>Scomberomorus sierra</i>													2		2.00	6.67	13.33
Belonidae	Belonidae: sp. 1											3				3.00	6.67	20.00
Zanclidae	<i>Zanclus cornutus</i>	2	2	2												2.00	20.00	40.00
Total especies		27	35	27	24	26	20	31	26	34	32	40	22	36	19			
Total familias		16	19	17	12	12	13	16	16	19	16	21	12	22	10			

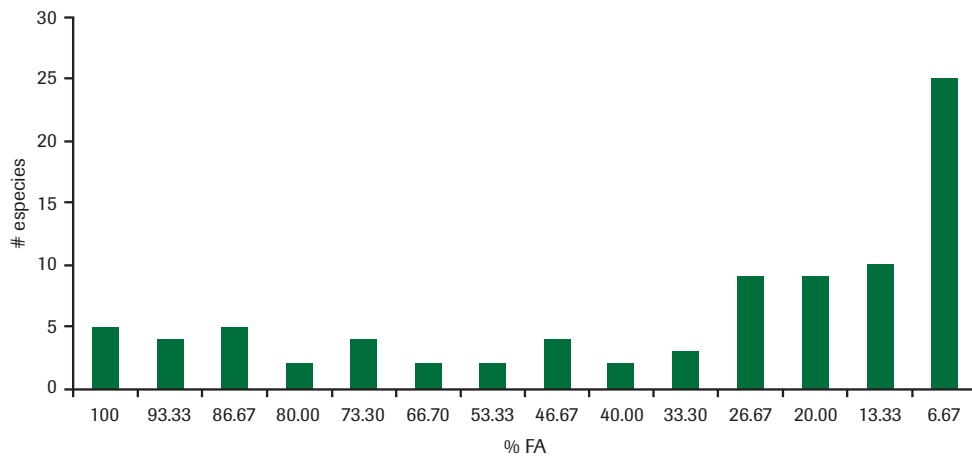


Figura 14. Número de especies de peces por porcentaje de frecuencia de avistamiento (% FA) en la Isla del Caño, Febrero 2007.

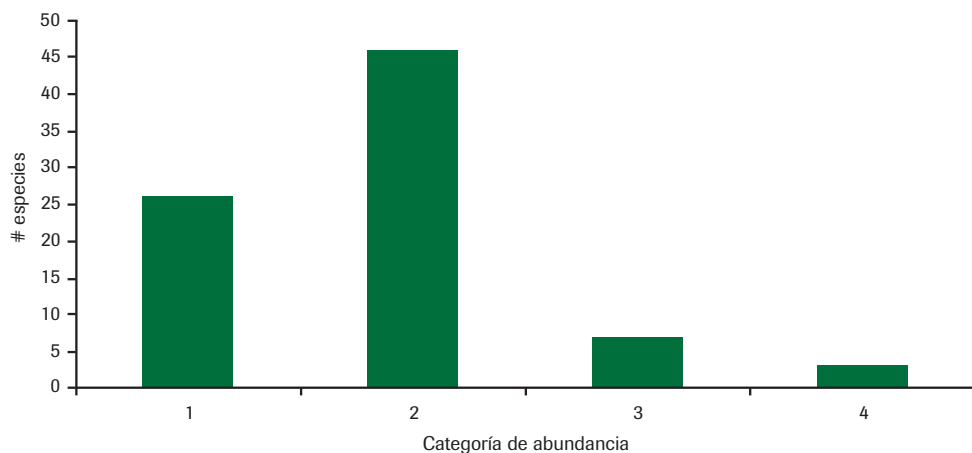


Figura 15. Número de especies de peces por categoría de abundancia observados en la Isla del Caño, Febrero 2007.

En el Anexo 1 se presenta una lista de especies marinas de la Isla del Coco informadas en publicaciones científicas. En el Cuadro 4 se indican todas las especies marinas que se han informado en la literatura científica, más las encontradas en este trabajo, con un total de 239 especies.

Se puede notar que aún en grupos tan conocidos como los cnidarios, durante la expedición de enero-febrero 2007 se encontraron más especies. Entre las algas, las rojas son las más diversas, entre los invertebrados los moluscos y entre los vertebrados los peces.

Cuadro 4. Número de especies por grupo taxonómico basado en publicaciones científicas (Anexo 1) y este trabajo.

Nivel taxonómico	Número de especies	Nivel taxonómico	Número de especies
División Cyanophyta	1	Orden Antipatharia	2
Familia Phormidiaceae		Familia Antipathidae	
División Chlorophyta	10	Orden Scleractinia	23
Familia Bryopsidaceae	1	Familia Agariciidae	7
Familia Caulerpáceae	2	Familia Dendrophylliidae	3
Familia Cladophoraceae	1	Familia Pocilloporidae	6
Familia Codiaceae	1	Familia Poritidae	2
Familia Halimedaceae	1	Familia Rhizangiidae	2
Familia Polyphysaceae	2	Familia Siderastreidae	3
Familia Siphonocladaceae	1	Filo Mollusca	29
Familia Ulvaceae	1	Clase Gastropoda	24
División Ochrophyta	8	Familia Architectonicidae	2
Familia Dictyotaceae	7	Familia Chromodorididae	1
Familia Scytosiphonaceae	1	Familia Columbellidae	4
División Rhodophyta	19	Familia Conidae	2
Familia Bonnemaisoniaceae	1	Familia Coralliophilidae	2
Familia Ceramiaceae	3	Familia Cypraeidae	3
Familia Corallinaceae	7	Familia Eulimidae	1
Familia Galaxauraceae	1	Familia Littorinidae	4
Familia Gelidiaceae	2	Familia Mitridae	3
Familia Gracilariaceae	1	Familia Ovulidae	2
Familia Peyssonneliaceae	2	Clase Bivalvia	5
Familia Rhodomelaceae	2	Familia Condyllocardiidae	1
Filo Cnidaria	46	Familia Mytilidae	2
Clase Hydrozoa	1	Familia Semelidae	1
Familia Physaliidae		Familia Spheniopsidae	1
Clase Anthozoa	45	Filo Sipuncula	1
Orden Alcyonacea	20	Clase Sipunculidea	
Familia Clavulariidae	1	Familia Sipunculidae	
Familia Gorgoniidae	15	Filo Annelida	1
Familia Paramuriceidae	2	Clase Polychaeta	
Familia Plexauridae	2	Familia Cirratulidae	

continúa

viene de la página anterior

Nivel taxonómico	Número de especies
Filo Arthropoda	24
Subfilo Crustacea	
Clase Malacostraca	
Orden Stomatopoda	16
Familia Gonodactylidae	5
Familia Lysiosquillidae	1
Familia Nannosquillidae	3
Familia Parasquillidae	2
Familia Squillidae	4
Familia Tetrasquillidae	1
Orden Decapoda	7
Familia Diogenidae	2
Familia Gecarcinidae	1
Familia Paguridae	3
Familia Xanthidae	1
Orden Isopoda	1
Familia Corallanidae	
Filo Echinodermata	5
Clase Asteroidea	1
Orden Valvatida	
Familia Acanthasteridae	
Clase Echinoidea	2
Orden Cidaroida	1
Familia Cidaridae	
Orden Diadematoida	1
Familia Diadematidae	
Filo Chordata	95
Clase Chondrichthyes	2
Familia Carcharhinidae	
Clase Actinopterygii	90
Familia Acanthuridae	4
Familia Apogonidae	2
Familia Balistidae	4
Familia Belonidae	1

Nivel taxonómico	Número de especies
Familia Blennidae	3
Familia Carangidae	4
Familia Chaenopsidae	1
Familia Chaetodontidae	2
Familia Cirrhitidae	3
Familia Diodontidae	1
Familia Elopidae	1
Familia Fistulariidae	1
Familia Gobiidae	1
Familia Grammistidae	1
Familia Haemulidae	6
Familia Hemigaleidae	1
Familia Holocentridae	3
Familia Kyphosidae	2
Familia Labridae	9
Familia Lutjanidae	5
Familia Mullidae	1
Familia Muraenidae	5
Familia Opistognathidae	4
Familia Ostraciidae	1
Familia Pomacanthidae	2
Familia Pomacentridae	5
Familia Scaridae	2
Familia Scombridae	2
Familia Scorpaenidae	1
Familia Serranidae	7
Familia Tetraodontidae	3
Familia Trypterygiidae	1
Familia Zanclidae	1
Clase Mammalia	3
Familia Balaenopteridae	1
Familia Delphinidae	2
Total de especies marinas	239

Bibliografía sobre la Isla del Caño

En el Anexo 2 se presenta una lista de bibliografía sobre los organismos, ambientes y procesos marinos en la Reserva Biológica Isla del Caño. Se incluyen 84 referencias, que van desde contaminación hasta taxonomía de varios organismos, pasando por impactos naturales y antropogénicos en los arrecifes coralinos de la isla

(Cuadro 5). La lista además incluye cuatro tesis de maestría desarrolladas en su totalidad o parcialmente en la Reserva Biológica Isla del Caño. La mayor parte de las publicaciones son sobre los arrecifes coralinos y procesos que se dan allí. Se han descrito especies utilizando especímenes de la Isla del Caño.

Cuadro 5. Distribución por tema de publicaciones científicas y tesis (Anexo 2). Algunos trabajos figuran bajo varios temas.

TEMA	Número de publicaciones	TEMA	Número de publicaciones
Ecología de arrecifes coralinos	16	Ecología de mamíferos marinos	3
Biodiversidad de gastrópodos	8	Química-contaminación	2
Biodiversidad de crustáceos	7	General sobre los ambientes marinos de la Isla del Caño	2
Biodiversidad de octocorales	6	Biodiversidad de sipuncúlidos	2
Biodiversidad de peces	5	Biodiversidad de poliquetos	1
Impacto de El Niño	5	Crecimiento de corales	1
Reproducción de corales	5	Ecología de un isópodo	1
Biodiversidad de bivalvos	4	Ecología de peces	1
Biodiversidad de corales	4	Geología marina	1
Geoquímica de corales	4	Marea roja	1
Biodiversidad de algas	3	Meiofauna	1
Bioerosión	3	Zooplancton	1

Discusión

El mapa batimétrico muestra que la mayor parte de los ambientes más diversos de la Isla del Caño están muy cerca de la orilla. Sin embargo, un bajo importante, Bajo Paraíso, se encuentra más allá de las fronteras de la Reserva Biológica, a 4 km, por lo que recomendamos extender sus límites con el fin de cubrirlo. Es en esas zonas someras ricas en especies que se desarrolla la mayor actividad turística. De allí la importancia de zonificar y reforzar la vigilancia del área marino de la Reserva Biológica Isla del Caño.

Los arrecifes coralinos y comunidades de la Isla del Caño tienen una distribución en parches y son construidos por unas pocas especies. Estos arrecifes fueron fuertemente impactados por El Niño 1982-83 y el de 1997-98, cuando se dieron mortalidades hasta de 50% del coral vivo (Guzmán *et al.* 1987, Guzmán y Cortés 1989, 2001). Además, en 1985, una marea roja, asociada con La Niña, causó la muerte de corales en aguas poco profundas (Guzmán *et al.* 1990). Este estudio demuestra que los arrecifes y comunidades coralinas ocupan un porcentaje importante de los fondos de la isla y muestran una alta tasa de recuperación (Figura 16). Los ecosistemas coralinos de la Isla del Caño son de los más diversos de la costa Pacífica de Costa Rica. El número de especies de corales y octocorales encontrados (Cuadro 2) son los más altos del país (Cuadro 6) (Cortés y Jiménez 2003). A nivel regional, el archipiélago de Coiba posee 22 especies de corales y 34 octocorales para un área marina de 2165 km² (Guzmán *et al.* 2004), mientras el archipiélago de las Perlas en el Golfo de Panamá posee 19 especies de corales y 38 octocorales para un área de 1688 km² (Guzmán *et al.* 2008).



Figura 16. Arrecife de *Pocillopora* spp. en la Reserva Biológica Isla del Caño. Es notoria la recuperación que se ha dado en todos los arrecifes de la isla. Fotografía tomada el 3.II.2007 por Odalisca Breedy.

Cuadro 6. Corales informados para el Pacífico sur de Costa Rica. PNMB = Parque Nacional Marino Ballena, RBIC = Reserva Biológica Isla del Caño. Fuentes: Guzmán y Cortés 1989, Cortés 1990, Cortés y Jiménez 1996, Cortés 1996/1997, Cortés y Guzmán 1998, Breedy y Guzmán 2003, 2005, 2007, Alvarado *et al.* 2005, Quesada-Alpizar y Cortés 2006, Cortés en preparación, y esta publicación.

Especie	PNMB	RBIC	Península de Osa	Golfo Dulce
Corales azooxantelados				
1	<i>Astrangia dentata</i>	X		
2	<i>Astrangia equatorialis</i>	X	X	X
3	<i>Astrangia concinna</i>			X
4	<i>Oulangia bradleyi</i>	X	X	X
5	<i>Cladopsammia eguchii</i>		X	X
6	<i>Dendrophyllia gracilis</i>	X	X	
7	<i>Fungia (Cycloseris) curvata</i>			X
8	<i>Tubastrea coccinea</i>	X	X	
Sub-totales		5	5	1
Corales zooxantelados				
9	<i>Pocillopora damicornis</i>	X	X	X
10	<i>Pocillopora elegans</i>	X	X	X
11	<i>Pocillopora eydouxi</i>		X	
12	<i>Pocillopora meandrina</i>		X	
13	<i>Pocillopora cf. capitata</i>		X	
14	<i>Pocillopora inflata</i>		X	
15	<i>Porites lobata</i>	X	X	X
16	<i>Porites panamensis</i>	X	X	X
17	<i>Psammocora obtusangula</i>	X	X	X
18	<i>Psammocora stellata</i>	X	X	X
19	<i>Psammocora superficialis</i>	X	X	X
20	<i>Gardineroseris planulata</i>	X	X	X
21	<i>Pavona chriquensis</i>		X	
22	<i>Pavona clavus</i>	X	X	X
23	<i>Pavona frondifera</i>	X	X	X
24	<i>Pavona gigantea</i>	X	X	X
25	<i>Pavona maldivensis</i>	X	X	
26	<i>Pavona varians</i>	X	X	X
Sub-totales		13	18	10

continúa

Especie	PNMB	RBIC	Península de Osa	Golfo Dulce	
Octocorales					
27	<i>Pacifigorgia bayeri</i>	X	X		
28	<i>Pacifigorgia irene</i>	X	X	X	
29	<i>Pacifigorgia stenobrochis</i>	X	X	X	
30	<i>Pacifigorgia eximia</i>	X	X		
31	<i>Pacifigorgia adamsii</i>	X	X		
32	<i>Pacifigorgia cairnsi</i>	X	X		
33	<i>Pacifigorgia rubicunda</i>		X		
34	<i>Pacifigorgia firma</i>	X	X		
35	<i>Pacifigorgia cf. firma</i>		X		
36	<i>Pacifigorgia cf. ferruginea</i>		X		
37	<i>Pacifigorgia flavimaculata</i>		X		
38	<i>Pacifigorgia lacerata</i>		X		
39	<i>Pacifigorgia samarensis</i>	X		X	
40	<i>Leptogorgia cofrini</i>		X		
41	<i>Leptogorgia alba</i>	X	X	X	
42	<i>Leptogorgia difussa</i>		X		
43	<i>Leptogorgia pumila</i>		X		
44	<i>Leptogorgia rigida</i>			X	
45	<i>Leptogorgia sp.</i>			X	
46	<i>Heterogorgia verrucosa</i>		X		
47	<i>Heterogorgia sp.</i>		X		
48	<i>Muricea sp.</i>			X	
49	<i>Psammogorgia sp.</i>		X		
50	<i>Psammogorgia cf. arbuscula</i>		X		
51	<i>Carijoa riseii</i>	X	X		
52	<i>Antipathes galapagensis</i>	X	X		
53	<i>Myriopathes panamensis</i>		X		
Sub-totales		11	22	4	7
TOTALES		29	45	15	20

En este sentido, se puede considerar a la Isla del Caño como un sitio sumamente diverso al poseer 23 especies de corales y 22 de octocorales para un área mucho menor (55,3 km²) que las antes mencionadas. Este hecho convierte a la isla en uno de los sitios de mayor diversidad en el Pacífico Oriental Tropical por lo que debería de estar incluida en iniciativas regionales de conservación como el Corredor Marino de Conservación del Pacífico Oriental Tropical que contempla las islas del Coco, Coiba, Galápagos, Malpelo y Coiba.

Igualmente, en cuanto al número de especies de peces (Cuadro 3). En la Isla del Caño todavía se puede observar coral negro a relativamente poca profundidad, se ven cambutes grandes y, como se indica en el Cuadro 3, se observaron especies de peces de importancia comercial en grandes números y tamaño, cosa que ya no se ve fuera de las áreas protegidas. Estas especies comerciales incluyen peces extraídos para consumo directo, como las cabrillas, los loros de dos colores, el pargo cola amarilla, pargo dentón y el jurel. Especies de peces como el halcón de coral y los narizones son extraídas para el negocio de acuarios en sitios no protegidos y están escaseando, pero en la Reserva Biológica Isla del Caño son abundantes.

El sitio con más especies fue el Bajo del Diablo, situación que confirma su fama como buen lugar de buceo. A pesar de que no se tienen registros anteriores de las especies de este sitio, los datos parecen mostrar que el lugar no está bajo estrés por los niveles de visitación actuales. Las especies más abundantes fueron especies pequeñas que forman cardúmenes y fueron comunes en la mayoría de los sitios (*Chromis atrilobata*, *Thalassoma lucasanum*, *Bodianus diploaenia*). Esta situación es semejante a otros sitios rocosos o con arrecifes de la costa del Pacífico.

Especies de mayor tamaño que fueron comunes en muchos sitios y se observaban durante todo el buceo, pero no en cardúmenes fueron: *Holocanthus passer*, *Epinephelus labriformis*, *E. panamensis*, *Scarus rubroviolaceus*, o especies pequeñas con el mismo comportamiento (*Cirrhitichthys oxycephalus*). Se observaron muchas cabrillas pequeñas del género *Epinephelus*, esto no es común en otros sitios donde estas especies son capturadas con arbaletadas. Lo mismo se puede decir del loro de dos colores (*S. rubroviolaceus*), especie de gran valor comercial y que se captura con redes o arbaleta. El halcón de coral (*C. oxycephalus*) fue relativamente abundante en la Isla del Caño. Esta especie es común en lugares con muchas colonias del coral del género *Pocillopora*, como en Bahía Culebra y en las Islas Murciélagos.

Dos especies de peces depredadores y con valor comercial también presentaron una abundancia alta: el pargo colamarilla (*Lutjanus argentiventris*) y el jurel

(*Caranx melanpygus*). Estas especies por lo general no se observan en estas altas cantidades en sitios no protegidos. Veinticinco especies se observaron únicamente en un buceo, situación que es común ya que algunas visitan el arrecife y patrullan sus bordes como es el caso del wahoo (*Acanthocybium solanderi*), la macarela (*Scomberomorus sierra*), los peces aguja (Belonidae), los sabaletes (*Elops affinis*). Otras especies avistadas, que aunque habitan estas zonas, son realmente difíciles de observar, por ejemplo el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*); esto es una indicación de que las especies están siendo protegidas en la isla. La cabrilla pintada (*Epinephelus analogus*) y la cabrilla (*Myctereperca xenarcha*) son especies de gran valor comercial, los dos ejemplares que se observaron eran de aproximadamente un metro de longitud.

De especial importancia es la cantidad de narizones (*Oxyrrhites typus*) que se observaron en un buceo. De esta especie se vieron aproximadamente 20 especímenes en un jardín de coral negro, situación que demuestra el buen estado de las dos partes de esta asociación (coral-pep), ya que las dos especies son sujetas a gran presión de extracción dirigida al mercado de ornamentales. Dos especies de roncadores (*Microlepidotus brevipinnis* y *Haemulon steindachneri*), se observaron solamente en una ocasión en grandes cantidades. Estas especies son muy comunes y prácticamente se observan en todos los buceos en el golfo de Nicoya (islas Tortugas y alrededores).

De 46 especies (56%) se observaron muchos especímenes, situación que refleja que en los sitios visitados alrededor de la isla hay una buena densidad de las especies observadas. Los pargos dientones (*Lutjanus novemfasciatus*) observados llamaron la atención por su tamaño, muchos de los cuales llegan fácilmente al metro de longitud (Figura 17), situación que no se observa en lugares que no están protegidos.



Figura 17. Ejemplar de *Lutjanus novemfasciatus* de aproximadamente 1 m de longitud observado en el Bajo Diablo.

Doscientas treinta y nueve especies de organismos marinos son registrados para la Isla del Caño en este trabajo (Cuadro 4). Previamente en la literatura científica solamente se habían informado 118 especies. Es evidente que falta mucha investigación por hacer ya que muchos grupos que han sido vistos en la isla no han sido informados, por ejemplo, las anémonas de mar. De otros, como los poliquetos solamente hay un registro (Dean & Blake 2007), sin embargo hay más especies en la Isla del Caño (Fonseca-Escalante 1999, Fonseca *et al.* 2006). Adicionalmente, otros estudios indican la presencia de grupos tales como foraminíferos, nemátodos y otros en la meiofauna (Guzmán *et al.* 1987) y de copépodos en el plancton (Guzmán & Obando 1988). Igualmente, Fonseca *et al.* (2006) indican la presencia de varias familias de poliquetos, bivalvos y sipuncúlidos como bioerosionadores de coral.

La Reserva Biológica Isla del Caño tiene una gran diversidad de hábitats y especies, por esta razón se debe considerar la inclusión de la Isla del Caño dentro de la Iniciativa del Corredor Marino del Pacífico Tropical Oriental, como otro de los sitios de Costa Rica, junto a la Isla del Coco y el Parque Nacional Las Baulas.

Los límites actuales del área protegida incluyen los principales hábitats marinos de la Reserva Biológica Isla del Caño. Sin embargo, estos no están siendo protegidos adecuadamente. Actualmente hay una visitación masiva de turistas (Figura 18), se da la pesca deportiva y también la pesca comercial, aunque en pequeña escala dentro de la Reserva Biológica. Se observaron corales quebrados posiblemente por anclas (Figura 19). Finalmente, anclan muchos barcos de pesca y camaroneros dentro de los límites del área protegida (Figura 20), que contaminan las aguas, en este sentido se comprobó que los barcos camaroneros han desechado, frente a la casa de guardaparques, cables de sus redes, que se enredaron en el ancla del MV *Phoenix* (Figura 21).



Figura 18. Lanchas de turismo en el primer plano y una de pescadores en el fondo. Fotografía tomada frente a la casa de guardaparques de la Reserva Biológica el 27.I.2007, por Jorge Cortés.

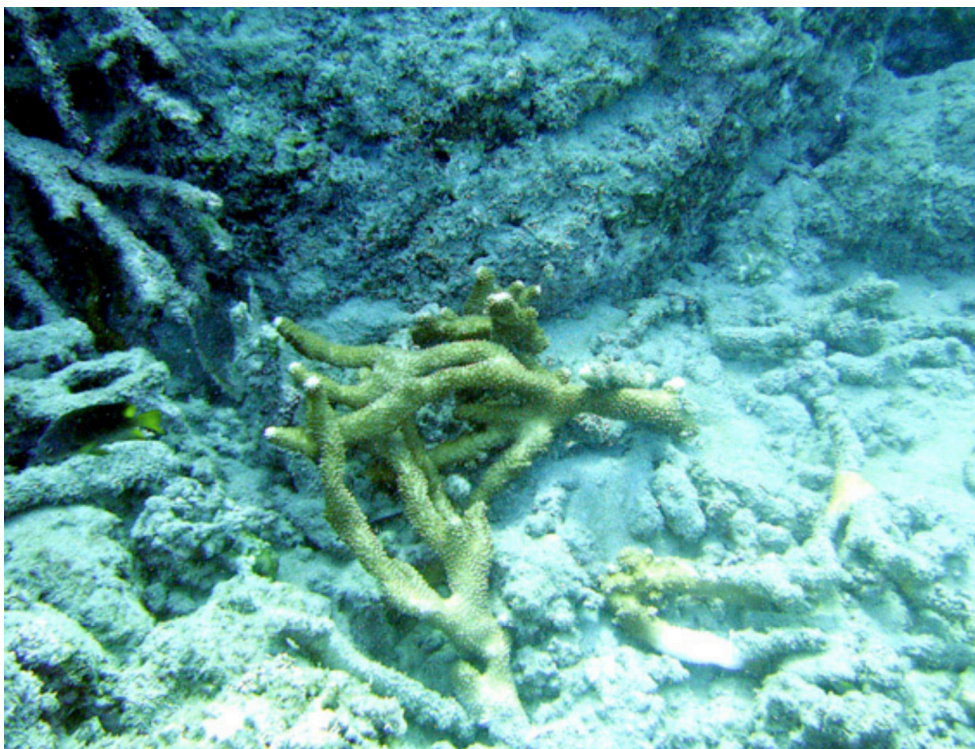


Figura 19. Coral (*Pocillopora eydouxi*) quebrado en la Isla del Caño posiblemente por un ancla. Fotografía tomada el 1.II.2007 por Odalisca Breedy.



Figura 20. Lanchas de pesca artesanal a la izquierda y un barco camaronero a la derecha. Fotografía tomada frente a la casa de guardaparques de la Reserva Biológica el 28.I.2007, por Jorge Cortés.



Figura 21. Cables de camaroneros enredados en el ancla del MV *Phoenix*. Fotografía tomada por Jorge Cortés el día que se zarpó de la Reserva Biológica Isla del Caño, 4.II.2007.

Recomendaciones para un manejo efectivo de los ambientes marinos de la Reserva Biológica Isla del Caño

1. Se recomienda ampliar el área de protección a 6 km alrededor de la isla para crear una zona de amortiguamiento e incluir el Bajo Paraíso. Adicionalmente, debido a la diversidad y concentración de Cetáceos y picudos en el área, se podría justificar la ampliación de los límites de la Reserva Biológica.
2. Por estar la mayoría de los ambientes más diversos de la isla cerca de la orilla se debe ser estricto en el respeto a la zonificación de la isla.
3. Se debe incrementar considerablemente la vigilancia de los ambientes marinos de la Reserva Biológica Isla del Caño. El lado sur de la isla es patrullado ocasionalmente. Por otra parte, el personal apenas da abasto para atender el público del lado norte. La reserva debe contar con más personal, equipo de navegación adecuado para realizar patrullajes durante cualquier hora del día y la noche.
4. Es recomendable aumentar el personal y los recursos para poder realizar una mejor vigilancia de los ambientes marinos de la Reserva Biológica Isla del Caño.
5. Incentivar la investigación en la Reserva Biológica con metodologías estandarizadas para poder hacer comparaciones en el tiempo y con otros sitios, sobre el estado de los ecosistemas marinos y sus especies.
6. Se debe mantener la zonificación actual donde se han definido los sitios de buceo con tanque o apnea (“snorkeling”), y ser estrictos en el cumplimiento de usar únicamente las áreas designadas.
7. Mantener el máximo de visitantes establecido y ser vigilantes de que se respete tanto los sitios de buceo con tanque o apnea (“snorkeling”), como también la playa y área boscosa de la isla. Es importante realizar un estudio para definir los límites aceptables de cambio de los diferentes ambientes y zonas alrededor de la Isla.
8. Continuar interactuando y crear alianzas con los operadores de turismo ya que actúan como vigilantes indirectos de la protección de la isla.
9. No se debe permitir la pesca de ningún tipo, ni deportiva y mucho menos comercial dentro de los límites de la Reserva Biológica Isla del Caño, incluyendo el área de amortiguamiento sugerida.
10. No se debe permitir el anclaje de pescadores y camareros dentro de los límites de la Reserva Biológica Isla del Caño (excepto en emergencias), o por lo menos se debe crear un reglamento para el anclaje y comportamiento de embarcaciones pesqueras, e inclusive para las que transportan turistas.
11. La investigación científica se debe estimular ya que no existen publicaciones de muchos grupos de organismos, aunque vistos en la Isla del Caño. Y más investigación falta sobre la ecología de los principales organismos marinos como también su conectividad con el resto del país y la región del Pacífico Tropical Oriental.
12. Establecer un programa de monitoreo y control del alga invasiva *Caulerpa sertularoides* en la zona noreste de la isla.
13. El sustrato arenoso al norte de la isla, que además está en las cercanías del puesto de guardaparques, es ideal para el anclaje de embarcaciones grandes tipo yates.
14. Buscar los mecanismos para que la Isla del Caño esté contemplada dentro de las iniciativas regionales de conservación como el Corredor Marino de Conservación del Pacífico Oriental Tropical.

Referencias citadas

- Allen, G.R. & D.R. Robertson. 1994. Fishes of the Tropical Eastern Pacific. Univ. Hawaii Press, Honolulu. 332 p.
- Alvarado, J.J., J. Cortés, C. Fernández & J. Nivia. 2005. Comunidades y arrecifes coralinos del Parque Nacional Marino Ballena, costa del Pacífico de Costa Rica / Coral communities and reefs of Ballena Marine National Park, Pacific coast of Costa Rica. *Cienc. Mar.* 31: 641-651.
- Breedy, O. & H.M. Guzmán. 2003. Octocorals from Costa Rica: The genus *Pacificgorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa* 281: 1-60.
- Breedy, O. & H.M. Guzmán. 2005. A new species of *Leptogorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from the shallow waters of the eastern Pacific. *Zootaxa* 899: 1-11.
- Breedy, O. and H.M. Guzmán. 2007. A revision of the genus *Leptogorgia* Milne Edwards & Haime, 1857 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) in the eastern Pacific. *Zootaxa* 1407: 1-90.
- Cortés, J. 1990. The coral reefs of Golfo Dulce, Costa Rica: distribution and community structure. *Atoll Res. Bull.* 344: 1-37.
- Cortés, J. 1996/1997. Biodiversidad marina de Costa Rica: Filo Cnidaria. *Rev. Biol. Trop.* 44(3)/45(1): 323-334.
- Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1998. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica: Descripción, distribución geográfica e historia natural de los corales zooxantelados (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico. *Rev. Biol. Trop.* 46: 55-92.
- Cortés, J. & C.E. Jiménez. 1996. Coastal-marine environments of Parque Nacional Corcovado, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (Suppl. 3): 35-40.
- Cortés, J. & C.E. Jiménez. 2003. Corals and coral reefs of the Pacific of Costa Rica: history, research and status: 361-385. In: J. Cortés (ed.), *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Cortés, J., A.C. Fonseca & D. Hebbeln. 1996. Bottom topography and surface sediments around Isla del Caño, Pacific of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (Suppl. 3): 11-17.
- Dean, H.K. and J.A. Blake. 2007. *Chaetozone and Caulleriella* (Polychaeta: Cirratulidae) from the Pacific coast of Costa Rica, with description of eight new species. *Zootaxa* 1451: 41-68.
- Fernández-García, C. 2007. Propagación del alga *Caulerpa sertularioides* (Chlorophyta) en Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Pacífico norte de Costa Rica. Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 92 p
- Fernández, C. & J. Cortés. 2005. Reef Site: *Caulerpa sertularioides*, a green alga spreading aggressively over coral reef communities in Culebra Bay, North Pacific of Costa Rica. *Coral Reefs* 24: 10.
- Fernández, C. & J. Cortés. 2008. Propagación del alga verde *Caulerpa sertularioides* en el Pacífico de Costa Rica. *Biocenosis*: en prensa.
- Fonseca, A.C., H.K. Dean & J. Cortés. 2006. Non-colonial coral macroborers as indicators of coral reef stress in the south Pacific of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54: 101-115.
- Green, E.P., P.J. Mumby, A.J. Edwards & C.D. Clark. 2000. *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. UNESCO, Paris. 316 p.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1989. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.* 10: 23-41.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 2001. Changes in reef community structure after fifteen years of natural disturbances in the eastern Pacific (Costa Rica). *Bull. Mar. Sci.* 69: 133-149.
- Guzmán, H.M. & V.L. Obando. 1988. Diversidad y abundancia diaria y estacional del zooplancton marino de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36: 139-150.
- Guzmán, H.M., V.L. Obando & J. Cortés. 1987. Meiofauna associated with a Pacific coral reef in Costa Rica. *Coral Reefs* 6: 107-112.
- Guzmán, H.M., J. Cortés, R.H. Richmond & P.W. Glynn. 1987. Efectos del fenómeno de "El Niño, Oscilación Sureña" 1982-83 en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 35: 325-332.
- Guzmán, H.M., J. Cortés, P.W. Glynn & R.H. Richmond. 1990. Coral mortality associated with dinoflagellate blooms in the eastern Pacific (Costa Rica and Panama). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 60: 299-303.

- Guzmán, H.M., C.A. Guevara & O. Breedy. 2004. Distribution, diversity, and conservation of coral reefs and coral communities in the largest marine protected area of Pacific Panama (Coiba Island). *Environm. Conserv.* 31: 1-11.
- Guzmán, H.M., S. Benfield, O. Breedy & J.M. Mair. 2008. Broadening reef protection across the Marine Conservation Corridor of the Eastern Tropical Pacific: distribution and diversity of reefs in Las Perlas Archipelago, Panama. *Environm. Conserv.* 35: 46-54.
- Jensen, J.R. 2004. *Introductory Digital Image Processing, a Remote Sensing Perspective*. Prentice-Hall, New Jersey, U.S.A. 526 p.
- Lyzenga, D.R. 1978. Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. *Appl. Opt.* 17: 379-383.
- Lyzenga, D.R. 1981. Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data. *Int. J. Remote Sensing* 2: 71-82.
- Mishra, D., S. Narumalani, D. Rundquist & M. Lawson. 2006. Benthic habitat mapping in tropical marine environments using Quickbird multispectral data. *Photogram. Engin. Remote Sensing* 72: 1037-1048.
- Oviedo, L. & M. Solís. 2008. Underwater topography determines critical breeding habitat for humpback whales near Osa Peninsula, Costa Rica: implications for Marine Protected Areas. *Rev. Biol. Trop.* 56: 591-602.
- PISCO. 2007. *The Science of Marine Reserves*. 2nd Ed., Latin America. www.piscoweb.org. 22 p.
- Quesada-Alpízar, M.A. & J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* 54 (Supl. 1): 101-145.
- Quesada, M., J. Cortés, J.J. Alvarado & A.C. Fonseca. 2006. Características hidrográficas y biológicas de la zona marino-costera del Área de Conservación Osa. Serie Técnica 2: Apoyando los esfuerzos en el manejo y protección de la biodiversidad tropical. The Nature Conservancy, San José, Costa Rica. 80 p.
- Robertson, D.R. & G.R. Allen. 2006. *Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system*. Version 1.0. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org/sftep
- Rogers, C.S., G. Garrison, R. Grober, Z.M. Hillis & M.A. Franke. 1994. *Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic*. U.S. National Park Service, TNC, WWF. 104 p.

Anexo 1

Especies marina informadas para la Isla del Caño en la literatura científica.

	Especies	Referencias
División Ochrophyta Familia Dictyotaceae	<i>Dictyota masonii</i> Setchell & Gardner, 1930	Dawson (1960)
División Rhodophyta Familia Ceramiaceae	<i>Wrangelia dumontii</i> (Dawson, 1960) Abbott, 1979	Dawson (1960)
Familia Corallinaceae	<i>Amphiroa beauvoisii</i> Lamouroux, 1816	Norris & Johansen (1981)
	<i>Amphiroa misakiensis</i> Yendo, 1902	
	<i>Amphiroa rigida</i> Lamouroux, 1816	
Familia Gelidiaceae	<i>Porolithon castellum</i> Dawson, 1960	Dawson (1960)
	<i>Porolithon onkodes</i> (Heydrich) Foslie 1909	
	<i>Sporolithon pacificum</i> Dawson, 1960	
Familia Gelidiaceae	<i>Gelidiella hancockii</i> Dawson, 1944	Dawson (1960)
Familia Peyssonneliaceae	<i>Cruoriella fissurata</i> Dawson, 1953	Dawson (1960)
Filo Cnidaria Clase Hydrozoa Orden Siphonophora Familia Physaliidae	<i>Physalia physalia</i> (Linnaeus, 1758)	Cortés (1996/1997)
Clase Anthozoa Orden Alcyonacea Familia Gorgoniidae	<i>Leptogorgia alba</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	Breedy & Guzmán (2007)
	<i>Leptogorgia cofrini</i> Breedy & Guzmán, 2005	Breedy & Guzmán (2005)
	<i>Pacifigorgia bayeri</i> Breedy, 2001	Breedy (2001)
	<i>Pacifigorgia cairnsi</i> Breedy & Guzmán, 2003	Breedy & Guzmán (2003)
	<i>Pacifigorgia eximia</i> (Verrill, 1868)	
	<i>Pacifigorgia firma</i> Breedy & Guzmán, 2003	
	<i>Pacifigorgia irene</i> Bayer, 1951	
	<i>Pacifigorgia lacerata</i> Breedy & Guzmán, 2003	
	<i>Pacifigorgia rubicunda</i> Breedy & Guzmán, 2003	
<i>Pacifigorgia samarensis</i> Breedy & Guzmán, 2003		
<i>Pacifigorgia stenobrochis</i> (Valenciennes, 1846)		

Orden Scleractinia	<i>Gardineroseris planulata</i> (Dana, 1846)	Cortés & Guzmán (1998)
Familia Agariciidae	<i>Pavona clavus</i> (Dana, 1846)	
	<i>Pavona frondifera</i> (Lamarck, 1816)	
	<i>Pavona gigantea</i> Verrill, 1869	
	<i>Pavona maldivensis</i> (Gardiner, 1905)	
	<i>Pavona varians</i> Verrill, 1864	
	<i>Pavona chiriquensis</i> Glynn <i>et al.</i> , 2001	Glynn <i>et al.</i> (2001)
Familia Dendrophylliidae	<i>Cladopsammia gracilis</i> (Milne Edwards & Haime, 1848)	Cortés (1996/1997)
	<i>Tubastrea coccinea</i> Lesson, 1829	
Familia Pocilloporidae	<i>Pocillopora capitata</i> Verrill, 1864	Cortés & Guzmán (1998)
	<i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Pocillopora elegans</i> Dana, 1846	
	<i>Pocillopora eydouxi</i> Milne Edwards & Haime, 1860	
	<i>Pocillopora meandrina</i> Dana, 1846	
Familia Poritidae	<i>Porites lobata</i> Dana, 1846	Cortés & Guzmán (1998)
	<i>Porites panamensis</i> Verrill, 1866	
Familia Rhizangiidae	<i>Oulangia bradleyi</i> Verrill, 1866	Cortés (1996/1997)
Familia Siderastreidae	<i>Psammocora obtusangula</i> (Lamarck, 1816)	Cortés & Guzmán (1998)
	<i>Psammocora stellata</i> (Verrill, 1866)	
	<i>Psammocora superficialis</i> Gardiner, 1898	
Filo Mollusca	<i>Psilaxis radiata</i> (Röding, 1798), informada como <i>Philippia radiata</i>	Emerson (1991)
Clase Gastropoda	<i>Solatisonax propinqua</i> Bieler, 1993	Bieler (1993)
Familia Architectonicidae		
Familia Chromodorididae	<i>Glossodoris sedna</i> Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967, informada como <i>Chromolaichma sedna</i>	Bertsch (1978)
Familia Columbellidae	<i>Cotonopsis panacostaricensis</i> (Olsson, 1942)	Jung (1989)
	<i>Strombina fusinoidea</i> Dall, 1916	
	<i>Strombina maculosa</i> (Sowerby, 1832)	
	<i>Cotonopsis suteri</i> Jung, 1989	Skoglund (2002)
Familia Conidae	<i>Conus chaldaeus</i> (Röding, 1798)	Emerson (1991)
	<i>Conus ebraeus</i> Linnaeus, 1758	
Familia Coralliophilidae	<i>Coralliophila neritoidea</i> (Lamarck, 1816)	Kaiser (2002)
	<i>Quoyula madreporarum</i> (Sowerby, 1834), informada como <i>Quoyula monodonta</i>	Guzmán (1988a)

continúa

Familia Cypraeidae	<i>Blasicrura teres</i> Gmelin, 1791, informada como <i>Cypraea teres</i> <i>Erosaria caputserpentis</i> Linnaeus, 1758, informada como <i>Cypraea caputserpentis</i> <i>Talparia talpa</i> Linnaeus, 1758, informada como <i>Cypraea talpa</i>	Emerson (1991)
Familia Eulimidae	<i>Subniso rangii</i> (de Folin, 1867), informada como <i>Niso rangi</i>	Warén (1992)
Familia Littorinidae	<i>Nodilittorina atrata</i> (C.B. Adams, 1852) <i>Nodilittorina dubiosa</i> (C.B. Adams, 1852) <i>Nodilittorina fuscolineata</i> Reid, 2002 <i>Nodilittorina paytensis</i> (Philippi, 1847)	Reid (2002)
Familia Mitridae	<i>Mitra mitra</i> (Linnaeus, 1758) <i>Mitra ferruginea</i> Lamarck, 1811 <i>Mitra papalis</i> (Linnaeus, 1758)	Emerson (1991)
Familia Ovulidae	<i>Jenneria pustulata</i> ([Lightfoot, 1786] ex Solander, MS) <i>Pseudocypraea adamsonii</i> (Sowerby, 1832)	Guzmán (1988b) Emerson (1991)
Clase Bivalvia Familia Condylordiidae	<i>Condylocardia hippopus</i> (Mörch, 1861)	Coan (2003)
Familia Mytilidae	<i>Lithophaga (Myoforceps) aristata</i> (Dillwyn, 1817) <i>Lithophaga (Leiosolenus) laevigata</i> (Quoy & Gaimard, 1835)	Scott & Risk (1988)
Familia Semelidae	<i>Semele (Amphidesma) formosa</i> (Sowerby, 1833)	Coan (1988)
Familia Spheniopsidae	<i>Grippina californica</i> Dall, 1912	Coan (1990) Skoglund (2001)
Filo Sipuncula Clase Sipunculidea Familia Sipunculidae	<i>Siphonosoma vastum</i> (Selenka & Bulow, 1883)	Cutler <i>et al.</i> (1992), Dean (2001)
Filo Annelida Clase Polychaeta Familia Cirratulidae	<i>Chaetozone cimar</i> Dean & Blake, 2007	Dean & Blake (2007)

Filo Arthropoda	<i>Neogonodactylus albicinctus</i> (Manning & Reaka, 1979), informada como <i>Gonodactylus albicinctus</i>	Manning & Reaka (1979), Reaka & Manning (1980)
Subfilo Crustacea		
Clase Malacostraca	<i>Neogonodactylus costaricensis</i> (Manning & Reaka, 1978), informada como <i>Gonodactylus costaricensis</i>	Manning & Reaka (1979), Reaka & Manning (1980)
Orden Stomatopoda		
Familia Gonodactylidae	<i>Neogonodactylus bahiahondensis</i> (Schmitt, 1940), informada como <i>Gonodactylus bahiahondensis</i>	Reaka & Manning (1980)
	<i>Neogonodactylus festae</i> (Nobili, 1901), informada como <i>Gonodactylus festea</i>	
	<i>Neogonodactylus stanschi</i> (Schmitt, 1940), informada como <i>Gonodactylus stanschi</i>	
	<i>Neogonodactylus zacae</i> (Manning, 1972), informada como <i>Gonodactylus zacae</i>	
Familia Lysiosquillidae	<i>Lysiosquillina manningii</i> Boyko, 2000, informada como <i>Lysiosquilla desaussurei</i>	Reaka & Manning (1980)
Familia Nannosquillidae	<i>Bigelowina biminiensis</i> (Bigelow, 1893), informada como <i>Acanthosquilla biminiensis</i>	Reaka & Manning (1980)
	<i>Nanosquilla californiensis</i> (Manning, 1961)	
	<i>Nannosquilla canica</i> Manning & Reaka, 1979	Manning & Reaka (1979), Reaka & Manning (1980)
Familia Parasquillidae	<i>Parasquilla similis</i> Manning, 1970	Reaka & Manning (1980)
	<i>Pseudosquillopsis marmorata</i> (Lockington, 1877)	
Familia Squillidae	<i>Cloridopsis dubia</i> (H. Milne Edwards, 1837)	Reaka & Manning (1980)
	<i>Crenatosquilla oculinova</i> (Glassell, 1942), informada como <i>Meiosquilla oculinova</i>	
	<i>Meiosquilla swetti</i> (Schmitt, 1940)	
	<i>Squilla aculeata aculeata</i> Bigelow, 1893	
Familia Tetrasquillidae	<i>Tetrasquilla mccullochae</i> (Schmitt, 1940), informada como <i>Heterosquilla mccullochae</i>	Reaka & Manning (1980)
Orden Decapoda	<i>Aniculus elegans</i> Stimpson, 1859	Guzmán (1988b)
Familia Diogenidae	<i>Trizopagurus magnificus</i> (Bouvier, 1895)	
Familia Gecarcinidae	<i>Gecarcinus lateralis quadratus de Saussure</i> , 1853, informada como <i>Gecarcinus quadratus</i>	Luke (1977)
Familia Paguridae	<i>Pagurus albus</i> (Benedict, 1892)	Boone (1930a)
	<i>Pagurus vetaultae</i> Harvey & McLaughlin, 1991	Harvey & McLaughlin (1991)
	<i>Phimochirus californiensis</i> (Benedict, 1892)	McLaughlin (1981)
Familia Xanthidae	<i>Eriphia squamata</i> Stimpson, 1859	Boone (1930b)
Orden Isopoda	<i>Excorallana tricornis occidentalis</i> Richardson, 1905	Guzmán <i>et al.</i> (1988)
Familia Corallanidae		

continúa

Filo Echinodermata Clase Asteroidea Orden Valvatida Familia Acanthasteridae	<i>Acanthaster planci</i> (Linnaeus, 1758)	Guzmán (1988b)
Clase Echinoidea Orden Cidaroida Familia Cidaridae	<i>Eucidaris thouarsii</i> (Valenciennes, 1846)	Guzmán (1988b)
Orden Diadematoidea Familia Diadematidae	<i>Diadema mexicanum</i> (A. Agassiz, 1863)	Guzmán (1988b)
Filo Chordata Clase Actinopterygii Familia Balistidae	<i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks, 1895) <i>Sufflamen verres</i> (Gilbert & Starks, 1904)	Guzmán (1988b)
Familia Labridae	<i>Pseudojulis adustus</i> Gilbert, 1890	Bussing (1985)
Familia Muraenidae	<i>Uropterygius versutus</i> Bussing, 1991	Bussing (1991b)
	<i>Gymnothorax phalarus</i> Bussing, 1998	Bussing (1998)
Familia Opistognathidae	<i>Opistognathus smithvanizi</i> Bussing & Lavenberg, 2003 <i>Opistognathus brochus</i> Bussing & Lavenberg, 2003 <i>Opistognathus fenmutis</i> Acero & Franke, 1993 <i>Opistognathus rhomaleus</i> Jordan & Gilbert, 1882	Bussing & Lavenberg (2003)
Familia Pomacentridae	<i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1862)	Guzmán (1988b)
	<i>Stegastes acapulcoensis</i> (Fowler, 1944)	
Familia Tetraodontidae	<i>Arothron hispidus</i> (Linnaeus, 1758)	Guzmán (1988b)
	<i>Arothron meleagris</i> (Lacepède, 1798)	Guzmán (1988b), Guzmán & Robertson (1989)
Familia Trypterygiidae	<i>Lepidonectes clarkhubbsi</i> Bussing, 1991	Bussing (1991a)
Clase Mammalia Familia Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i> Borowski, 1781	May-Collado <i>et al.</i> (2005)
Familia Delphinidae	<i>Stenella attenuata</i> Gray, 1846	May-Collado <i>et al.</i> (2005)
	<i>Tursiops truncatus</i> Montagu, 1821	

Anexo 2

Bibliografía sobre organismos, ambientes y procesos marinos en la Reserva Biológica Isla del Caño, Área de Conservación Osa, Costa Rica

Compilación por Jorge Cortés
Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología
(CIMAR)
Universidad de Costa Rica
Noviembre 2008

1. Acuña, J.A. & M.M. Murillo. 1987. La contaminación por hidrocarburos de petróleo en la Isla del Caño. Ing. Cienc. Quím. 11(4): 95-98.
2. Acuña, J.A., J. Cortés & M.M. Murillo. 1996-1997. Mapa de sensibilidad ambiental para derrames de petróleo en las costas de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 44(3)/45(1): 463-470.
3. Bertsch, H. 1978. The Chromodoridinae nudibranchs from the Pacific coast of America - Part III. The genera *Chromolaichma* and *Mexichromis*. Veliger 21: 70-86.
4. Bieler, R. 1993. Architectonidae of the Indo-Pacific (Mollusca, Gastropoda). Abh. Naturwis. Ver. (NF 30): 377 p.
5. Boone, L. 1930a. Scientific results of the cruises of the yachts "Eagle" and "Ara", 1921-1928, William K. Vanderbilt, commanding. Crustacea: Stomatopoda and Brachyura. Bull. Vanderbilt Mar. Mus. II: 1-228.
6. Boone, L. 1930b. Scientific results of the cruises of the yachts "Eagle" and "Ara", 1921-1928, William K. Vanderbilt, Commanding. Crustacea: Anomura, Macrura, Schizopoda, Isopoda, Amphipoda, Mysidacea, Cirripedia, and Copepoda. Bull. Vanderbilt Mar. Mus. III: 1-221.
7. Breedy, O. 2001. A new species of *Pacifigorgia* from the eastern Pacific (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). Bull. Biol. Soc. Wash. 10: 181-187.
8. Breedy Shadid, O. 2003. Revisión taxonómica y análisis ultraestructural del género *Pacifigorgia* (Coelenterata: Anthozoa: Gorgoniidae). Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 241 p.
9. Breedy, O. & H.M. Guzmán. 2002. A revision of the genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 115: 782-839.
10. Breedy, O. & H.M. Guzmán. 2003. Octocorals from Costa Rica: The genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). Zootaxa 281: 1-60.
11. Breedy, O. and H.M. Guzmán. 2005. A new species of *Leptogorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from the shallow waters of the eastern Pacific. Zootaxa 899: 1-11.
12. Breedy, O. & H. M. Guzmán. 2007. A revision of the genus *Leptogorgia* Milne Edwards & Haime, 1857 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) in the eastern Pacific. Zootaxa 1407: 1-90.
13. Bussing, W.A. 1985. Los peces de la Familia Labridae de la costa Pacífica de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 33: 81-98.
14. Bussing, W.A. 1991a. A new genus and two new species of tripterygiid fishes from Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 39: 77-85.
15. Bussing, W.A. 1991b. A new species of eastern Pacific moray eel (Pisces: Muraenidae). Rev. Biol Trop. 39: 97-102.
16. Bussing, W.A. 1998. *Gymnothorax phalarus*, a new eastern Pacific moray eel (Pisces: Muraenidae). Rev. Biol. Trop. 46: 439-446.
17. Bussing, W.A. & R.J. Lavenberg. 2003. Four new species of eastern tropical Pacific jawfishes (*Opistognathus: Opistognathidae*). Rev. Biol. Trop. 51: 529-550.
18. Calambokidis, J., G. H. Steiger, K. Rasmussen, J.R. Urbán, K.C. Balcomb, P. Guevara, M. Salinas, J.K. Jacobson, L.M. Herman, S. Cerchio & J. D. Darling. 2000. Migratory destinations of humpback whales that feed off California, Oregon and Washington. Mar. Ecol. Prog. Ser. 192: 295-304.
19. Carriquiry, J.D. 1994. Fraccionamiento del 18O en la aragonita coralina de *Porites lobata*: Implicaciones en los estudios de paleotemperatura oceánica. Cien. Mar. 20: 585-606.
20. Carriquiry, J.D., M.J. Risk & H.P. Schwarcz. 1988. Timing and temperature record from stable isotopes of the 1982-1983 El Niño warming event in eastern Pacific corals. Palaios 3: 359-364.
21. Carriquiry, J.D., M.J. Risk & H.P. Schwarcz. 1994. Stable isotope geochemistry of coral from Costa Rica as proxy indicator of the El Niño/Southern Oscillation (ENSO). Geoch. Cosmoch. Acta 58: 335-351.
22. Coan, E.V. 1988. Recent eastern Pacific species of the bivalve genus *Semele*. Veliger 31: 1-42.
23. Coan, E.V. 1990. The eastern Pacific species of the Bivalve family Spheniopsidae. Veliger 33: 394-401.
24. Coan, E.V. 2003. The tropical eastern Pacific species of the Condylardiidae (Bivalvia). Nautilus 117: 47-61.
25. Cortés, J. 1996-1997. Biodiversidad marina de Costa Rica: Filo Cnidaria. Rev. Biol. Trop. 44(3)/45(1): 323-334.
26. Cortés, J. 1997. Biology and geology of coral reefs of the eastern Pacific. Coral Reefs 16 (Suppl.): S39-S46.

27. Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1998. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica: Descripción, distribución geográfica e historia natural de los corales zooxantelados (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico. *Rev. Biol. Trop.* 46: 55-92.
28. Cortés, J. & C.E. Jiménez. 2003. Corals and coral reefs of the Pacific of Costa Rica: history, research and status: 361-385. *In: J. Cortés (ed.), Latin American Coral Reefs.* Elsevier Science B.V., Amsterdam.
29. Cortés, J. & M. M. Murillo. 1985. Comunidades coralinas y arrecifes del Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33: 197-202.
30. 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.* 32: 227-232.
31. Cortés, J., A. C. Fonseca & D. Hebbeln. 1996. Bottom topography and sediments around Isla del Caño, Pacific of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (Suppl. 3): 11-17.
32. Cutler, N., E. Cutler & J.A. Vargas. 1992. Peanut worms (Phylum Sipuncula) from Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 40: 153-158.
33. Dawson, E.Y. 1960. New records of marine algae from Pacific Mexico and Central America. *Pac. Nat.* 1 (20): 31-52.
34. Dawson, E.Y. & P.T. Beaudette. 1959. Field notes from the 1959 eastern Pacific cruise of the *Stella Polaris*. *Pac. Nat.* 1 (13): 1-24.
35. Dean, H.K. 2001. Marine Biodiversity of Costa Rica: The phyla Sipuncula and Echiura. *Rev. Biol. Trop.* 49 (Suppl. 2): 85-90.
36. Dean, H.K. & J.A. Blake. 2007. *Chaetozone and Caulleriella* (Polychaeta: Cirratulidae) from the Pacific coast of Costa Rica, with description of eight new species. *Zootaxa* 1451: 41-68.
37. Emerson, W.K. 1991. First records for *Cymatium mundum* (Gould) in the eastern Pacific Ocean, with comments on the zoogeography of the tropical trans-Pacific Tonnacean and non-Tonnacean prosobranch gastropods with Indo-Pacific faunal affinities in the west American waters. *Nautilus* 105: 62-80.
38. Fonseca Escalante, A.C. 1999. Bioerosión y bioacreción en arrecifes coralinos del Pacífico sur de Costa Rica. Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 206 p.
39. Fonseca E., A.C., H.K. Dean & J. Cortés. 2006. Non-colonial coral macroborers as indicators of coral reef stress in the south Pacific of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54: 101-115.
40. Garzón-Ferreira, J., J. Cortés, A. Cróquer, H. Guzmán, Z. Leão & A. Rodríguez-Ramírez. 2000. Status of coral reefs in southern tropical America: Brazil, Colombia, Costa Rica, Panamá and Venezuela: 331-348. *In: C. Wilkinson (ed.), Status of the Coral Reefs of the World: 2000.* AIMS, Australia.
41. Glynn, P.W., J. Cortés, H.M. Guzmán & R.H. Richmond. 1988. El Niño (1982-1983) associated coral mortality in relationship to sea surface temperature deviations in the tropical eastern Pacific. *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., Australia* 3: 237-243.
42. Glynn, P.W., N.J. Gassman, C.M. Eakin, J. Cortés, D.B. Smith & H.M. Guzmán. 1991. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Islands (Ecuador), Part I - Pocilloporidae. *Mar. Biol.* 109: 355-368.
43. Glynn, P.W., S.B. Colley, C.M. Eakin, D.B. Smith, J. Cortés, N.J. Gassman, H.M. Guzmán, J.B. del Rosario & J. Feingold. 1994. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Islands (Ecuador) - II. Poritidae. *Mar. Biol.* 118: 191-208.
44. Glynn, P.W., S.B. Colley, N.J. Gassman, K. Black, J. Cortés and J.L. Maté. 1996. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá, and Galápagos Islands (Ecuador). III. Agariciidae (*Pavona gigantea* and *Gardineroseris planulata*). *Mar. Biol.* 125: 579-601.
45. Glynn, P.W., S.B. Colley, J.H. Ting, J.L. Maté & H.M. Guzmán. 2000. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galápagos Islands (Ecuador) - IV. Agariciidae, recruitment and recovery of *Pavona varians* and *Pavona* sp. a. *Mar. Biol.* 136: 785-805.
46. Glynn, P.W., J.L. Maté & T.A. Stemmann. 2001. *Pavona chiriquensis*, a new species of zooxanthellate coral (Cnidaria: Anthozoa: Agariciidae) from the eastern tropical Pacific. *Bull. Biol. Soc. Wash.* 10: 210-225.
47. Glynn, P.W., S.B. Colley, J.L. Maté, J. Cortés, H.M. Guzmán, R.L. Bailey, J.S. Feingold & I.C. Enochs. 2008. Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastrea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophyllidae. *Mar. Biol.* 153: 529-544.
48. Guzmán, H.M. 1986. Estructura de la comunidad arrecifal de la Isla del Caño, Costa Rica, y el efecto de perturbaciones naturales severas. Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 179 p.
49. Guzmán, H.M. 1988a. Feeding behavior of the gastropod corallivore *Quoyula monodonta* (Blainville). *Rev. Biol. Trop.* 36: 209-212.
50. Guzmán, H.M. 1988b. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36: 191-207.
51. Guzmán, H.M. 1991. Restoration of coral reefs in Pacific Costa Rica. *Conserv. Biol.* 5: 189-195.
52. Guzmán, H.M. & J. Cortés 1989. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.* 10: 23-41.
53. Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1989. Growth rates of eight species of scleractinian corals in the eastern Pacific (Costa Rica). *Bull. Mar. Sci.* 44: 1186-1194.

54. Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical: Revisión y perspectivas. *Rev. Biol. Trop.* 41: 535-557
55. Guzmán, H.M. & J. Cortés. 2001. Changes in reef community structure after fifteen years of natural disturbances in the eastern Pacific (Costa Rica). *Bull. Mar. Sci.* 69: 133-149.
56. Guzmán, H.M. & V.L. Obando. 1988. Diversidad y abundancia diaria y estacional del zooplankton marino de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36: 139-150.
57. Guzmán, H.M. & D.R. Robertson. 1989. Population and feeding responses of the corallivorous pufferfish *Arothron meleagris* to coral mortality in the eastern Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 55: 121-131.
58. Guzmán, H.M., V.L. Obando & J. Cortés. 1987. Meiofauna associated with a Pacific coral reef in Costa Rica. *Coral Reefs* 6: 107-112.
59. Guzmán, H.M., J. Cortés, R.H. Richmond & P.W. Glynn. 1987. Efectos del fenómeno de "El Niño, Oscilación Sureña" 1982-83 en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 35: 325-332.
60. Guzmán, H.M., V.L. Obando, R.C. Brusca & P.M. Delaney. 1988. Aspects of the population biology of the marine isopod *Excorallana tricornis occidentalis* Richardson, 1905 (Crustacea: Isopoda: Corallanidae) at Caño Island, Pacific Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 43: 77-87.
61. Guzmán, H.M., J. Cortés, P.W. Glynn & R.H. Richmond. 1990. Coral mortality associated with dinoflagellate blooms in the eastern Pacific (Costa Rica and Panama). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 60: 299-303.
62. Harvey, A.W. & P. McLaughlin. 1991. Two new hermit crabs of the genus *Pagurus* (Provenzano group) (Crustacea, Anomura, Paguridae) from the eastern Pacific, with notes on their ecology. *Contr. Sci., Los Angeles County Nat. Hist. Mus.* 425: 13-21.
63. Jung, P. 1989. Revision of the Strombina-Group (Gastropoda: Columbelloidea), Fossil and Living: Distribution, Biostratigraphy and Systematics. *Schweiz. Paläont. Abhandl.* 111: 1-298.
64. Kaiser, K.L. 2002. *Coralliophila neritoidea* (Lamarck, 1816) (Gastropoda: Muricidae) reported from Panamá and Costa Rica. *Festivus* 34: 99-100.
65. Luke, S.R. 1977. Catalog of the benthic invertebrate collections. I. Decapod Crustacea and Stomatopoda. *Scripps Institution of Oceanography Reference Series No. 77-9: 72 p.*
66. Luke, S.R. 1998. Catalog of the Benthic Invertebrate Collections of the Scripps Institution of Oceanography. *Coelenterata. SIO Ref. Ser. No. 98-02: 58 p.*
67. Macintyre, I.G., P.W. Glynn & J. Cortés. 1993. Holocene reef history in the eastern Pacific: Mainland Costa Rica, Caño Island, Cocos Island, and Galápagos Islands. *Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., Guam* 2: 1174-1184.
68. Manning, R.B. & M.L. Reaka. 1979. Three new stomatopod crustaceans from the Pacific coast of Costa Rica. *Proc. Biol. Soc. Washington* 92: 634-639.
69. May-Collado, L., T. Gerrodette, J. Calambokidis, K. Rasmussen & I. Sereg. 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev. Biol. Trop.* 53: 249-263.
70. McLaughlin, P.A. 1981. Revision of *Pylopagurus* and *Tomopagurus* (Crustacea: Decapoda: Paguridae), with the descriptions of new genera and species: Part II. *Rhodochirus* McLaughlin and *Phimochirus* McLaughlin. *Bull. Mar. Sci.* 31: 329-365.
71. Nagy, M. 1994. Seaweeds and coral reefs on the SW Pacific coast of Costa Rica: A pilot study of the potential anthropogenic impact with increasing tourism. *Fisheries Development Series (Sweden)* 78: 1-39.
72. Norris, J.N. & H.W. Johansen. 1981. Articulated coralline algae of the Gulf of California, Mexico I: *Amphiroa* Lamouroux. *Smithsonian Contr. Mar. Sci.* 1: 1-29.
73. Quesada-Alpizar, M.A. & J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* 54 (Supl. 1): 101-145.
74. Quesada-Alpizar, M.A., J. Cortés N., J.J. Alvarado & A.C. Fonseca. 2006. Características hidrográficas y biológicas de la zona marino-costera del área de conservación OSA. *Serie Técnica: Apoyando los esfuerzos en manejo y protección de la biodiversidad tropical. The Nature Conservancy, San José, Costa Rica.* 80 p.
75. Reaka, M.L. & R.B. Manning. 1980. The distributional ecology and zoogeographical relationships of stomatopod crustacea from Pacific Costa Rica. *Smithsonian Contr. Mar. Sci.* 7: 1-29.
76. Reid, D.G. 2002. The genus *Nodilittorina* von Martens, 1897 (Gastropoda: Littorinidae) in the eastern Pacific Ocean, with a discussion of Biogeographic Provinces of the rocky-shore fauna. *Veliger* 45: 85-170.
77. Scott, P.J.B. & M.J. Risk. 1988. The effect of *Lithophaga* (Bivalvia: Mytilidae) boreholes on the strength of the coral *Porites lobata*. *Coral Reefs* 7: 145-151.
78. Scott, P.J.B., M.J. Risk & J.D. Carriquiry. 1988. El Niño, bioerosion and the survival of east Pacific reefs. *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., Australia* 2: 517-520.
79. Skoglund, C. 2001. Panamic Province Molluscan Literature. Additions and changes from 1971 through 2000. I. Bivalvia. *Festivus* 32 (Supplement): 119 p.
80. Skoglund, C. 2002. Panamic Province Molluscan Literature. Additions and changes from 1971 through 2001. III Gastropoda. *Festivus* 33 (Supplement): 286 p.
81. Steiger, G.H., J. Calambokidis, R. Sears, K.C. Balcomb & J.C. Cabbage. 1991. Movement of humpback whales between California and Costa Rica. *Mar. Mamm. Sci.* 7: 306-310.

82. Steiner, S.C.C. & J. Cortés. 1996. Spermatozoan ultrastructure of scleractinian corals from the eastern Pacific: Pocilloporidae and Agariciidae. *Coral Reefs* 15: 143-147.
83. Warén, A. 1992. Comments on and descriptions of eulimid gastropods from tropical west America. *Veliger* 35: 177-194.
84. Wellington, G.M. & R.B. Dunbar. 1995. Stable isotopic signature of El Niño-Southern Oscillation events in eastern tropical Pacific reef corals. *Coral Reefs* 14: 5-25.

The Nature Conservancy

Somos una organización que ha trabajado por más de 50 años con personas, comunidades, gobiernos y empresas, para proteger los ecosistemas que aseguran nuestra existencia y mejoran nuestra calidad de vida.

En estas cinco décadas de existencia, TNC se ha destacado por su importante labor de protección de los recursos naturales, a través de la implementación de proyectos de conservación en 30 países del planeta; y la protección de más de 47 millones de hectáreas y 8.000 kilómetros de ríos alrededor del mundo.

Nuestro trabajo en Costa Rica inició hace más de 30 años, tiempo durante el cual hemos logrado proteger alrededor de 129.000 hectáreas en diversos sectores del territorio nacional. Con nuestro aporte, hemos asegurado la protección de lugares como la Reserva Bosque Nuboso Monteverde, los Parques Nacionales Corcovado, Braulio Carrillo y Cahuita; así como importantes zonas protegidas del Área de Conservación Guanacaste.

Misión

Preservar las plantas, animales y comunidades naturales que representan la diversidad de la vida en la tierra, a través de la protección de las tierras y aguas que ellos necesitan para sobrevivir.

Visión

TNC visualiza un mundo en donde los bosques, praderas, desiertos, ríos y océanos se encuentran saludables, en donde la conexión entre los sistemas naturales y la calidad de vida humana tienen un alto valor; y en donde los lugares que mantienen la vida perduran para las futuras generaciones. Por esta razón, utilizamos el mejor conocimiento científico disponible, un espíritu creativo y un enfoque conciliatorio para crear soluciones innovadoras, significativas y perdurables para los complejos problemas de conservación.

Nuestra meta

Para el año 2015, TNC trabajará con otros para asegurar la conservación efectiva de sitios que representen al menos el 10% de cada tipo de hábitat principal sobre la Tierra.

La Serie Técnica de The Nature Conservancy se basa en la información científica y la promueve con el propósito de mejorar el conocimiento en conservación, para así lograr incidir de una manera positiva en la toma de decisiones e incrementar la participación efectiva de los diferentes grupos y actores claves mediante la disponibilidad y acceso a la información.

www.tncinfocostarica.net