



Distribución de la Diversidad y
Estado de Conservación de los
Arrecifes Coralinos
y **Comunidades Coralinas**
del **Pacífico Occidental**
de **Panamá**
(Punta Mala - Punta Burica)

The Nature
Conservancy



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.



Smithsonian



The Nature
Conservancy



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.



Smithsonian



Distribución de la Diversidad y
Estado de Conservación de los
Arrecifes Coralinos
y Comunidades Coralinas
del Pacífico Occidental
de Panamá
(Punta Mala - Punta Burica)

Héctor Guzmán y Odalisca Breedy
Octubre 2008

Distribución de la Diversidad y Estado de Conservación
de los Arrecifes Coralinos y Comunidades Coralinas del
Pacífico Occidental de Panamá (Punta Mala - Punta Burica).
Derechos de autor © The Nature Conservancy,
Arlington, Virginia, EE.UU.
Todos los derechos reservados

Edición: Malena Sarlo y Alexandra Fischer

Fotografías: Alex Schmid-Albatros Media y Héctor Gúzman

Diseño/Diagramación: Diego Rincón

Foto de Portada: Alex Schmid-Albatros Media

Este informe es posible gracias al respaldo de la oficina de The Nature Conservancy (TNC), en Panamá. Las opiniones aquí expresadas pertenecen al autor y no son necesariamente las de TNC.

(Foto: Alex Schmid-Albatros Media)

Guzmán, Héctor y Odalisca Breedy,
Distribución de la diversidad y estado de
conservación de los arrecifes coralinos y
comunidades coralinas del Pacífico Occidental
de Panamá (Punta Mala, Punta Burica)
The Nature Conservancy, 2008
40. ; 21 cm

ISBN 978-9962-8946-1-2

Presentación

La República de Panamá, con sus 2,988.3 kilómetros de costa, guarda en el mar, tanta o más diversidad, que en los 75,517 kms² de territorio. Esa diversidad sumergida que no vemos, es abundante, única y frágil.

The Nature Conservancy se complace en compartir los resultados de un trabajo intenso y colaborativo que, pasa por las delicias y complejidades de la más robusta ciencia, a las aplicaciones prácticas para el manejo adaptativo de nuestra diversidad marina. Cuatro años de datos científicos de arrecifes de coral y comunidades coralinas en el Pacífico Occidental de Panamá (2004 a 2008) constituyen la base de la presente publicación.

Los arrecifes de coral y las comunidades coralinas que alberga el área marina denominada Pacífico

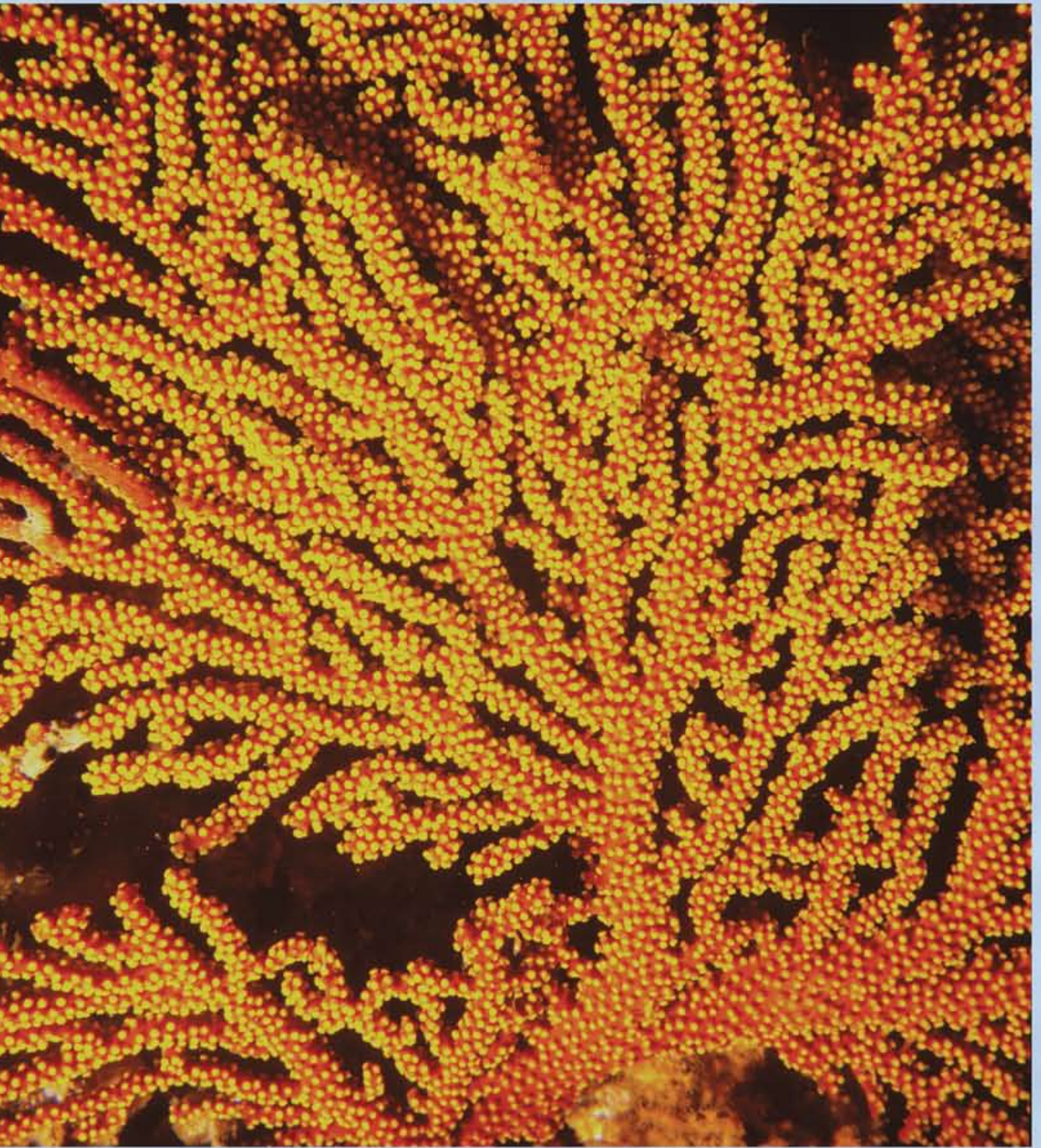
Occidental de Panamá (desde Punta Burica en Chiriquí hasta Punta Mala en Azuero), se revelan en este estudio, como un tesoro vivo que crece, que es más exuberante y diverso de lo que originalmente habíamos pensado. Un tesoro de todos, que a la vez clama por reconocimiento y protección.

Un tesoro que también se traduce en fuente de riqueza económica, al constituir la base de la industria pesquera en el Pacífico, por su relación con las poblaciones de especies marinas de valor comercial. Y es que no debemos olvidar que cerca de dos terceras partes de todas las especies de peces capturadas en el mar dependen de los arrecifes de coral y de sus ecosistemas asociados, como los manglares y las praderas de pastos marinos.

Con maravillosas imágenes de coral vivo, corales blandos, corales duros, y esponjas entre otros, el documento nos revela un mundo desconocido para muchos. Pero esta sinfonía de colores, formas y vida, contrasta con la desolación de corales blanqueados, que han sucumbido al aumento de las temperaturas, a la sedimentación y a la fuerza bruta del metal de las anclas y a la sinuosa, pero mortífera, presencia de redes de pesca abandonadas, entre otras amenazas.

The Nature Conservancy agradece al Dr. Héctor Guzmán, científico del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y su equipo, las incontables horas de paciente buceo, que ahora se traducen en información de primera calidad al alcance de todos. Información que a la vez nos obliga a tomar partido por un modelo de desarrollo que garantice crecimiento para la economía, equidad para las personas y sostenibilidad para los recursos. Tanto para los recursos que vemos, como aquellos que, como los corales, más tímidos, se esconden bajo las olas del Pacífico sonoro para ofrecernos un espectáculo irrepetible de diversidad y naturaleza, en su más nítida expresión.

Mayté González S.
Directora TNC Panamá
Octubre de 2008



Prefacio

TNC en Panamá enfoca esfuerzos sobre el área de conservación que denominamos Pacífico Occidental de Panamá (POP) que abarca aproximadamente 1.3 millones de hectáreas marinas y un millón de hectáreas terrestres. Este paisaje costero y marino que se extiende desde Punta Burica hasta el extremo sur oriental de la Península de Azuero contiene 10 de los sitios seleccionados por la Evaluación de Ecorregiones Marinas en Mesoamérica (2008) como prioritarios para la conservación de la biodiversidad, un ejercicio regional de planificación para el Pacífico Tropical Oriental que involucró a múltiples organizaciones y científicos de Panamá, Colombia y Costa Rica. Además el POP está dentro del Corredor Marino del Pacífico Este Tropical, considerado una de las zonas con mayor biodiversidad marina en el mundo.

Desde el 2002 TNC Panamá ha apoyado varios estudios dirigidos al entendimiento del contexto biológico (marino y terrestre), social y económico del POP. Estos trabajos incluyeron: (i) un análisis de la situación de la pesca para el área llevado a cabo por el Dr. Juan Maté (2005); (ii) la revisión de la información científica existente para los ecosistemas costeros e insulares del área, elaborado por la Dra. Alicia Ibáñez (2006); (iii) un barrido socioeconómico realizado por la Alianza para la Conservación y el Desarrollo (2006) y el estudio que presentamos a continuación, la investigación de la diversidad, estado y distribución de los arrecifes y comunidades coralinas del POP, dirigido por el Dr. Héctor Guzmán y la Dra. Odalisca Breedy, un esfuerzo que empezó en el 2004 y ha sido actualizado hasta el presente.

Este estudio no tiene precedentes para el área: presenta los resultados de una escala de trabajo nunca

antes examinada para los arrecifes y las comunidades coralinas del POP. Asimismo, el estudio identifica la distribución de los centros de mayor diversidad de organismos sésiles que además contienen especies raras o amenazadas e identifica nuevas especies para la ciencia. Otro gran aporte de este estudio ha sido la profundización en la taxonomía de octocorales, un grupo que ha sido rezagado en el POP por mucho tiempo. Así, refleja la complejidad de la naturaleza de estos sistemas y nos alienta a incorporar este aprendizaje en acciones que presten mayor atención a las comunidades coralinas del tradicional enfoque en los arrecifes coralinos. Por último, pero no por ello menos importante, nos recuerda sobre la importancia de las áreas marinas protegidas como eje central de la conservación: la importancia del Parque Marino Golfo de Chiriquí para mantener el flujo genético y la del Parque Nacional Coiba que alberga la mayor diversidad de corales, mayor número de especies raras y los mejores arrecifes del POP.

Esperamos entusiastamente que este esfuerzo y los resultados del monitoreo anual de estos sistemas que realizamos desde la iniciación de este estudio, aliente a las autoridades y a los usuarios de los recursos marinos y a los usuarios de recursos terrestres cuyas actividades tienen impacto sobre los ecosistemas marinos, a la utilización de estos datos para mejorar el manejo e implementar mejores prácticas para la conservación efectiva de los arrecifes y las comunidades coralinas de nuestro país.

Malena Sarlo
Planificadora para la Conservación
The Nature Conservancy-Panamá

Resumen

Se observa un deterioro acelerado de los arrecifes coralinos en amplias áreas de Panamá y su diversidad no se conoce con certeza. A pesar de más de 30 años de investigación en el Pacífico de Panamá, reconocemos que la escala de muestreo ha limitado nuestra capacidad de manejo de arrecifes y comunidades coralinas, al igual que no ha permitido mejorar la percepción general de baja diversidad de los arrecifes en toda la región del Pacífico Oriental (costa de América). Este estudio describe la distribución de la diversidad y del estado de conservación de los arrecifes coralinos y comunidades de coral del Pacífico Occidental de Panamá (POP), área comprendida entre Punta Burica y Punta Mala y que alberga más de 455 islotes e incluye alrededor de 1527 km y 767 km de costa continental e insular, respectivamente. Además, se describe la diversidad alfa en arrecifes coralinos y comunidades coralinas, al igual que la cobertura relativa de coral y la de los principales organismos sésiles (algas, esponjas, octocorales). Se describen cuantitativamente la cobertura de coral vivo y la composición de especies en 75 sitios dentro del POP, en su mayoría nunca descritos, un esfuerzo nunca antes realizado en esta región de Panamá. Se obtuvo una cobertura de coral vivo promedio para el POP de 34.5%, incluyendo arrecifes con coberturas extremas e inferiores al 1%, lo cual nos indica que están muy degradados, pero también informamos de arrecifes con un máximo de 84.4% y en excelentes condiciones. Se informa de 75 especies de coral: 23 especies de corales duros o escleractínidos y 52 de octocorales o corales suaves, muchas de las cuales son nuevos registros para Panamá, especies endémicas o especies nuevas para la ciencia que se están describiendo.

Basados en la distribución de la diversidad y la cobertura de coral vivo, se identifican y proponen varias zonas prioritarias de conservación dentro del POP, destacándose los extremos meridional y septentrional del área, que coinciden en gran parte con el área marina protegida de mayor tamaño de Panamá, el Parque Nacional Coiba. Una conclusión notable de este estudio es que el Parque Nacional Coiba definitivamente alberga la mayor riqueza de especies de todo el POP. Estas áreas de alta diversidad contienen a su vez la mayoría de especies raras, endémicas, y poblaciones de especies antes consideradas en peligro. Se identifican las amenazas a la integridad regional y se presentan recomendaciones de manejo.



Índice

Introducción	1
Materiales y Métodos	3
Área de Estudio	3
Orografía, Clima, Geología y Oceanografía	4
Cartografía	7
Reconocimiento de Arrecifes y Comunidades Coralinas	7
Análisis de Datos	7
Resultados	9
Distribución de la Diversidad Alfa en Arrecifes Coralinos y Comunidades Coralinas	9
Distribución y Análisis de la Cobertura de Coral	12
Discusión	15
Amenazas a la Integridad Regional del Pacífico Occidental de Panamá	21
Recomendaciones	24
Agradecimientos	27
Referencias	29
Cuadro	33
Mapas	34

(Foto: Alex Schmid-Albatros Media)



Introducción

La presencia de arrecifes coralinos en el Pacífico oriental fue establecida durante los años de 1970 (Glynn et al. 1972). Dichos arrecifes han sido caracterizados como pequeños en superficie, estructuralmente simples, bajos en diversidad, y complejos en interacciones biológicas (Glynn y Wellington 1983; Guzmán y Cortés 1993; Cortés 1997). Hasta hace una década, la mayoría de las descripciones sobre arrecifes se limitaban a ciertas áreas geográficas (Ecuador, Panamá, Costa Rica) y se conocía poco de las estructuras arrecifales en otras latitudes, y las investigaciones se limitaban únicamente al estudio y comparación de los corales escleractínidos (Guzmán y Cortés 1993). Históricamente sabemos que estos arrecifes han sido afectados por perturbaciones periódicas de magnitud variable (ej., El Niño) que reducen su capacidad de crecimiento y recuperación (Colgan 1990; Cortés 1997). El calentamiento de las aguas asociado a El Niño 1982/83 causó una mortalidad de corales sin precedentes en la región, con una pérdida en la cobertura de coral vivo de hasta 50-100% (Glynn 1984; Glynn et al. 1988). En consecuencia, los arrecifes de la región, sufrieron una severa degradación debido a: (1) pérdida del basamento arrecifal por erosión asociada al aumento de las poblaciones del erizo *Diadema mexicanum* que excedía la tasa de crecimiento y recuperación de los arrecifes (Eakin 2001); (2) extinción aparente de algunas especies de coral (Glynn y de Weerd 1991; Glynn et al. 2001); y (3) efectos posibles no cuantificados en la productividad y servicios del ecosistema arrecifal (ej., pesquerías, recreación).

Recientemente y siguiendo el llamado a incrementar esfuerzos hacia otras latitudes, a incluir otros grupos taxonómicos y a validar la taxonomía existente (Guzmán y Cortés 1993), hemos visto un aumento importante en el descubrimiento y descripción de nuevos arrecifes en el Pacífico Oriental tropical y afuera de las áreas tradicionales, bien resumido para México (Reyes-Bonilla 2003), Ecuador (Glynn 2003), Colombia (Zapata y

Vargas-Ángel 2003), El Salvador (Reyes-Bonilla y Barraza 2003) y Chile (Glynn et al. 2003). Sin embargo es importante notar que el enfoque hacia el estudio de los corales escleractínidos continua siendo la norma y poca atención se le está prestando a otros grupos. Los primeros cambios a esta tendencia incluyen el estudio de los octocoralaris (Breedy y Guzmán 2002, 2003a; Guzmán et al. 2004).

Para los ya deteriorados arrecifes de Panamá, donde de manera conjunta, existe numerosa información científica disponible sobre procesos y posibles patrones, las perspectivas de conservación a largo plazo han sido evaluadas sucintamente, o no han sido evaluadas del todo, a pesar de dos revisiones relativamente recientes sobre los arrecifes del país (Glynn y Mate 1997; Mate 2003). La mayoría de estos estudios se han concentrado en un pequeño número de arrecifes, sin un enfoque espacial adecuado, en términos de su diversidad y su distribución, que permita un manejo integral a nivel local o sub-regional. De manera adicional, las pocas áreas protegidas marinas (APM) del Pacífico de Panamá no han sido evaluadas extensivamente (pero ver Guzmán et al. 2004), carecen de planes de manejo, o se desconoce el estado actual de conservación de los arrecifes. Se podría decir que la escala de muestreo por más de 30 años ha limitado nuestra capacidad de manejo de arrecifes y comunidades (Guzmán et al. 2004), al igual que no ha permitido mejorar la percepción general de baja diversidad de los arrecifes del Pacífico oriental (Cortés 1997, Glynn y Mate 1997).

El presente estudio intenta reconciliar algunas de estas deficiencias en un análisis a escala espacial más amplia o paisajística que incluye octocorales además de corales escleractínidos y comprende toda la región del Pacífico occidental panameño. Los objetivos específicos incluyen cuatro aspectos básicos: (1) cartografiar la distribución de diversidad en arrecifes coralinos y comunidades coralinas; (2) caracterizar la diversidad alfa de corales y algunos organismos principales asociados al arrecife; (3) describir cuantitativamente la cobertura relativa de coral vivo y principales organismos sésiles; y (4) proveer recomendaciones de manejo.

(Foto: Héctor Guzmán)



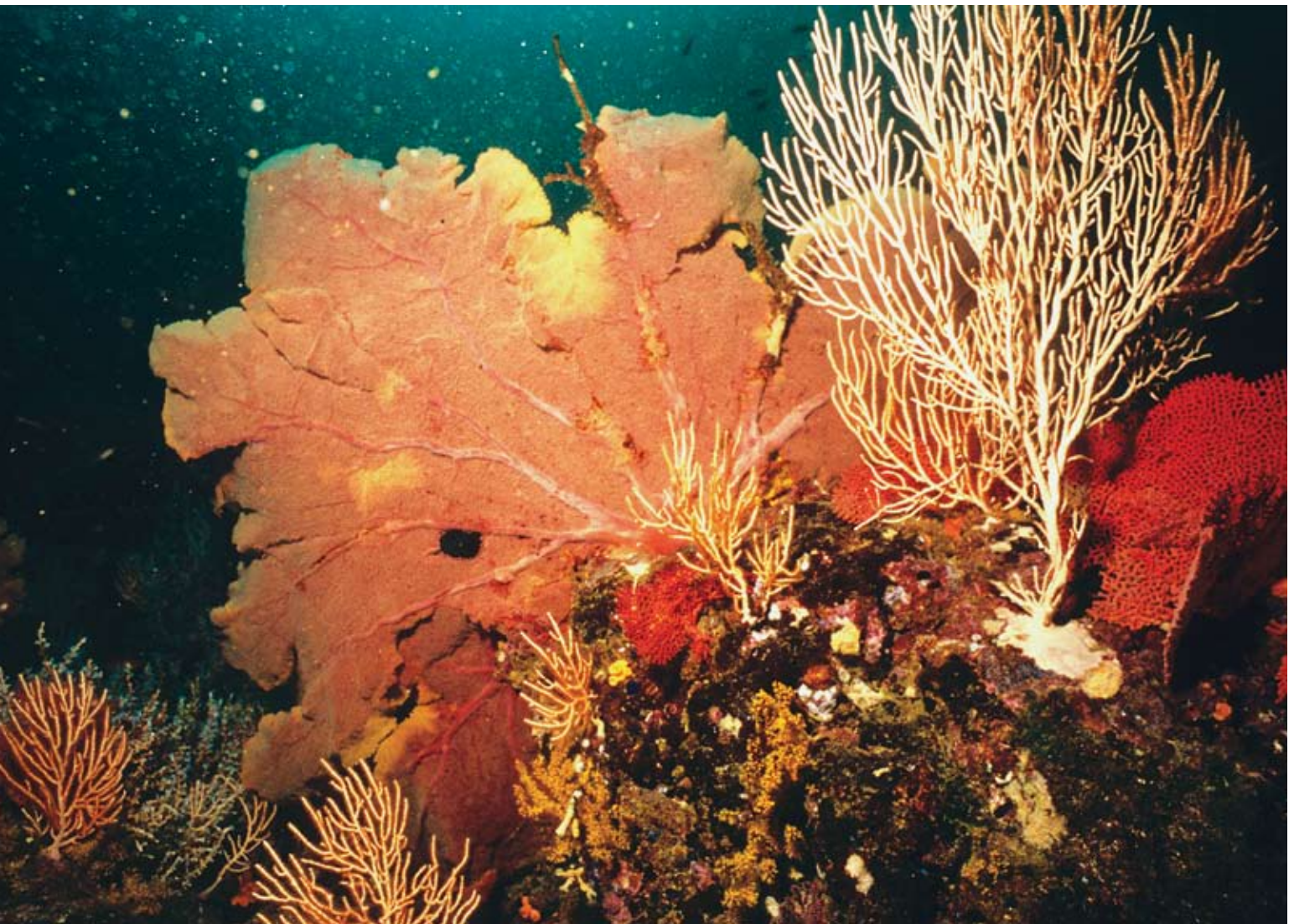


Materiales y Métodos

Área de Estudio

El Golfo de Chiriquí está localizado en la Provincia de Veraguas al suroeste de la República de Panamá. Aunque geográficamente el golfo está definido desde Punta Burica hasta Punta Ventana (Punta Roble) en el extremo suroccidental de la Provincia (EGUP 2001), el presente trabajo incluye la zona costera continental e insular comprendida entre Punta Burica y Punta Mala, al extremo sureste de la Península de Azuero. Aquí nos referiremos al área de estudio como el Pacífico Occidental de Panamá (POP). La plataforma continental dentro de esta área abarca aproximadamente 14,214 km². Pertenece a la Provincia Biogeográfica Panámica, que se extiende desde el Golfo de Guayaquil en Ecuador (3°S) hasta el Golfo de Tehuantepec en México (16°N) (Glynn y Wellington 1983; Cortes 1997), aunque algunos biogeógrafos basados en la distribución de peces prefieren limitar esta Provincia desde el Golfo de Fonseca (Honduras) hasta Ecuador (Allen y Robertson 1994). En el Golfo de Chiriquí se encuentran ocho áreas protegidas bajo diferentes categorías de manejo y con cierta proporción de superficie marina, siendo el Parque Nacional Coiba el de mayor superficie (Guzmán et al. 2004). Esta última ha sido declarada Sitio de Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO y es parte del sistema de protección regional que forma el “Corredor Marino del Pacífico Este Tropical”, el cual incluye las islas oceánicas Malpelo y Gorgona (Colombia), Galápagos (Ecuador) y Coco (Costa Rica). Este corredor, que abarca un área de 211 millones de hectáreas, representa una iniciativa mundial pionera, concebida para contribuir a conservar la diversidad biológica y promover el uso sostenible de los recursos marinos en esta área del Pacífico Este Tropical. El corredor es considerado una de las zonas

(Foto: Alex Schmid-Albatros Media)



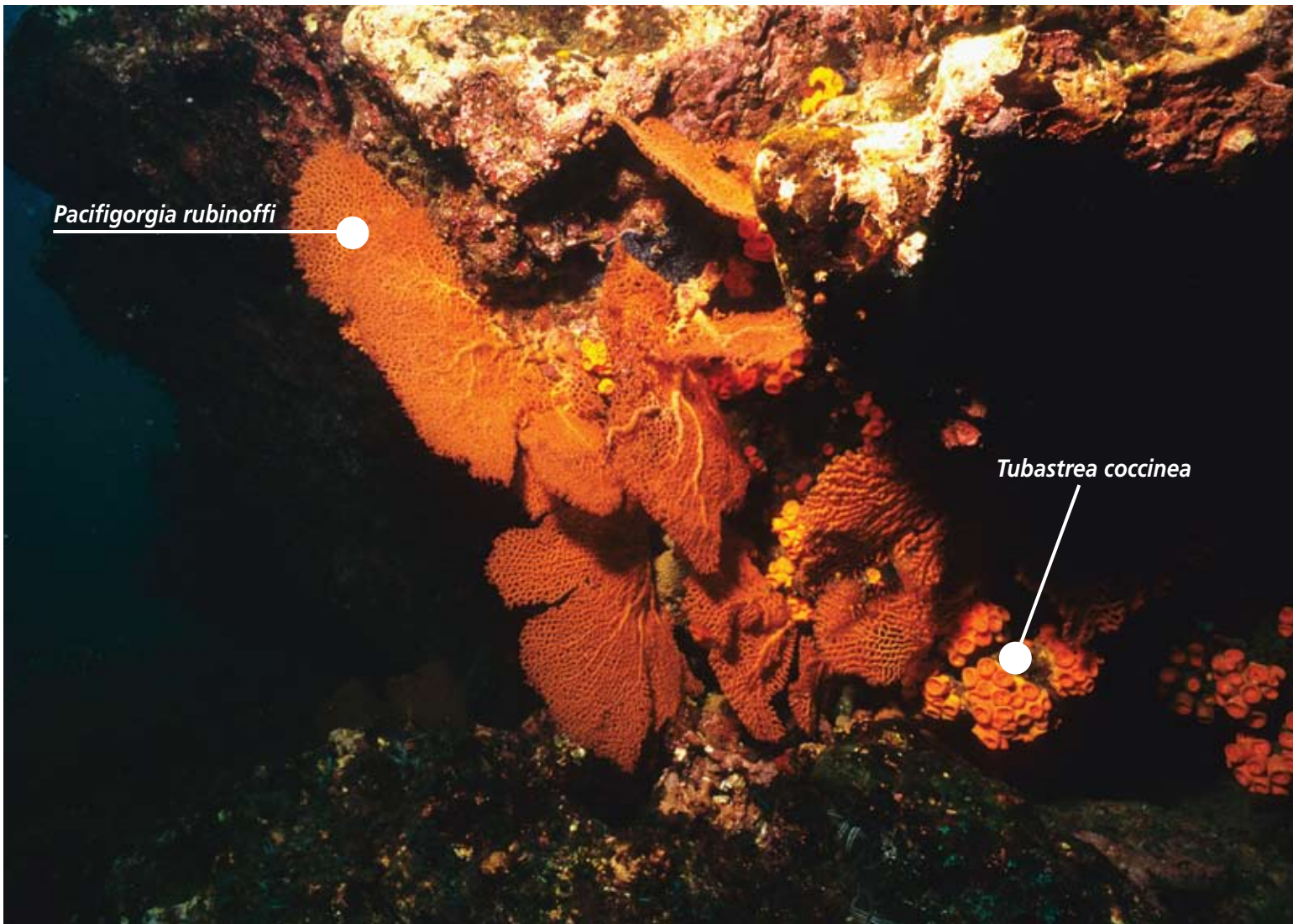
El abanico *Pacifigorgia irene* rodeado por otros octocorales, *P. rubicunda*, *Leptogorgia alba*, *Heterogorgia verrucosa* y *Carijoa riseii*. (Héctor Guzmán)

de mayor diversidad biológica del mundo, brindando un espacio de interconexión de ecosistemas que propicia la migración de una importante variedad de especies de un hábitat a otro y protegiendo especies como aves marinas, ballenas, tortugas, tiburones y atunes.

Orografía, Clima, Geología y Oceanografía

El Pacífico Occidental de Panamá, desde Punta Burica hasta Punta Mala, tiene una longitud de costa continental e insular aproximada de 1527 km y 767 km, respectivamente. El golfo incluye alrededor de 455 islas e islotes, la mayoría dentro de cuatro archipiélagos bien

definidos, a saber, Islas Paridas, Islas Secas, Islas Contreras e Isla Coiba. La superficie del sistema insular del golfo es de aproximadamente 775 km², siendo Coiba la isla de mayor extensión (493 km²), seguida por Cebaco (80 km²), Jicarón (20 km²) y Parida (15 km²). El clima de la región es tropical húmedo monzónico con pluviosidad alta de hasta 3.500 mm anuales, temperatura media de 25.9 °C, y un marcado cambio estacional durante el año: período seco (mediados de diciembre - mediados de abril) y período lluvioso (resto del año). Las principales islas están cubiertas por bosques tropicales húmedos y presentan numerosos ríos con caudal y tamaño de cuenca hidrográfica variable.



(Foto: Héctor Guzmán)

En el POP ocurre la mayor actividad sísmica superficial (< 70 km) del margen suroeste de Panamá (Adamek et al. 1988, Kolarsky y Mann 1995). El área es afectada por movimientos de fallas de desplazamiento de rumbo ('strike-slip') de la Península de Azuero e Isla Coiba y posiblemente deformada por complejos procesos neotectónicos que incluyen de forma no excluyente la subducción oblicua de la placa de Nazca, subducción/colisión entre la Serranía del Coco y Costa Rica, y colisión con el continente suramericano (Kolarsky y Mann 1995). Las islas que conforman la mayoría de los archipiélagos están compuestas principalmente por rocas de origen volcánico formadas por basaltos del Eoceno-

Mioceno Temprano y por rocas sedimentarias del Plioceno Tardío-Pleistoceno (Kolarsky y Mann 1995).

El área del POP es afectada por diversos sistemas de corrientes marinas superficiales, particularmente la Contracorriente Ecuatorial del Norte que proviene del Pacífico central, con mayor intensidad en agosto, y que baña todo el año las costas de Colombia, Panamá y Costa Rica (Cromwell y Bennett 1959; Glynn y Wellington 1983). Se especula que durante la época seca las aguas superficiales de la Ensenada de Panamá ('Panamá Bight') forman el llamado Flujo de Panamá, el cual se mueve con mayor fuerza hacia la Península de Azuero y hacia el sur pudiendo alcanzar las Islas Galápagos (Glynn y



Mate 1997; Glynn 2003). Este fenómeno no es claro, así mismo es incierto si esta corriente o flujo podría afectar las diversas islas del POP y permitir así la conectividad dentro de esta región. Las aguas del POP no son afectadas por el afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes como ocurre en el Golfo de Panamá, fenómeno estacional que ocurre con la migración estacional hacia el sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) durante la época seca y la época de mayor influencia de los vientos alisios del NE y N (Glynn 1977; Glynn y Mate 1997). La ITCZ está más cerca de Panamá durante el comienzo de la época lluviosa. En el Golfo de Chiriquí la temperatura superficial del agua es de 27-29 °C durante el año, aunque durante la época seca la termoclina superficial puede estar a menos de 10 m de profundidad con temperaturas de 24-25 °C (Glynn 1977) o inferiores a los 18°C en ciertos años. Esto ha favorecido el desarrollo de arrecifes al suroeste de Panamá (Glynn et al. 1972; Glynn 1977). Sin embargo, dicho desarrollo arrecifal es afectado por incrementos de temperatura asociados a la Oscilación Sureña de El Niño (ENSO) que ocasiona grandes cambios ambientales en el Pacífico oriental ecuatorial con periodicidad de 2 a 7 años (Enfield 2001; Glynn et al. 2001).

Cartografía

Se elaboraron mapas de distribución de especies usando Sistemas de Información Geográfico (GIS) basados en mapas topográficos a escala 1:50,000 previamente georeferenciados y proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Se utilizó el programa ARCGIS 8.2 para la elaboración de mapas temáticos, donde la zona costera somera (< 30 m profundidad) se dividió en 188 polígonos georeferenciados de aproximadamente 2 km de largo. Se incluyen 84 polígonos previamente analizados dentro del Parque Nacional Coiba (ver Guzmán et al. 2004).

Comunidad de corales dominada por los octocorales *Pacificorgia irene*, el abanico más grande, *P. rubicunda*, *P. cairnsi*, *P. eximia*, *Leptogorgia alba* y *Heterogorgia verrucosa*. (Héctor Guzmán)

Reconocimiento de Arrecifes y Comunidades Coralinas

Se realizaron 10 expediciones al área de estudio en las siguientes fechas: 17 abril al 3 mayo, 1-10 agosto, 22-31 agosto y 4-7 diciembre de 2002, 11-23 abril, 1-7 mayo, 8-13 junio, 1-10 julio, 24-28 septiembre de 2003, y 5-8 mayo 2004. Toda la zona costera dentro de los límites del POP fue muestreada empleando tres métodos complementarios entre sí. El primer método, muestreo tipo “manta” permitió un reconocimiento de extensas áreas de arrecifes bajo distintas condiciones ambientales (ej. corrientes, mareas, topografía) para caracterizar la diversidad alfa de organismos sésiles y estimar cualitativamente la cobertura viva de corales (Millar y Müller 1999). El segundo método permitió la evaluación de la diversidad, basada en un reconocimiento general de las especies por medio de buceos de 80 minutos, en los cuales se utilizó equipo SCUBA hasta profundidades de 35 m. Cuando fue necesario, se recolectaron los organismos para su posterior clasificación. El tercer método fue una evaluación cuantitativa de la estructura del hábitat (cobertura, diversidad), por medio de tres transectas con réplicas de 10 m de largo paralelas a la costa y a tres profundidades diferentes, en las cuales se estimó visualmente la cobertura de los principales organismos sésiles (corales, algas, esponjas) empleando una cuadrícula de 1 m², subdividida en 100 celdas de 100 cm² cada una (total de 90 m² por arrecife o comunidad). Debido a que la estructura de las comunidades coralinas es limitada de manera vertical, no pudimos muestrear en tres profundidades, no obstante, siempre se cuantificó la misma superficie total por sitio. Mayores detalles sobre la metodología se encuentran disponibles en otras publicaciones (Guzmán y Guevara 1999; Guzmán et al 2004).

Análisis de Datos

Para este informe se empleó únicamente estadísticas descriptivas, para estimar la cobertura de coral viva entre los sitios y su desviación estándar. Se utilizarán métodos de análisis de distribución más complejos al momento de preparar esta información para publicación en revistas científicas.





Resultados

Distribución de la Diversidad Alfa en Arrecifes Coralinos y Comunidades Coralinas

El área costera que comprende el POP, sus islas e islotes, fue evaluada completamente por medio de muestreos “manta” con coordenadas GPS, lo que permitió caracterizar cualitativamente la distribución de los arrecifes y comunidades coralinas, al igual que la localización de especies raras y sitios de alta diversidad. Además, se hicieron también 124 buceos de reconocimiento dispersos en toda el área y hasta 35 m de profundidad. Basado en ambos métodos se obtuvo una lista de especies para los taxones de corales escleractínidos y octocorales, informando de un total de 75 especies para el POP (Cuadro 1). Se encontró una diversidad de corales duros o escleractínidos de 21 especies y 2 especies de hidrocorales (*Millepora* y *Distichopora*). *Distichopora robusta* es nueva para la ciencia (Lindner et al. 2004). Se confirma la presencia en Panamá de *Pavona maldivensis* para Panamá, informada por Holst y Guzmán (1993) y cuestionada por Mate (2003). De igual forma, informamos de la presencia de *Pavona* cf. *duerdeni*, *P. xarifae* y *P.* cf. *minuta*. Todas estas especies de *Pavona* son de distribución amplia en el Pacífico occidental y central, y *P. xarifae* y *P. maldivensis* ya habían sido informadas para Costa Rica (Cortés y Guzmán 1998).

La diversidad de corales blandos (octocorales) es bastante alta en el área, con 52 especies agrupadas en 7 géneros (Cuadro 1). Muchas de las especies de *Pacifigorgia* han sido recientemente descritas como nuevas para la ciencia (Breedy y Guzmán 2003a, 2003b, 2004) o están siendo descritas (Cuadro 1). Las esponjas parecieran no ser muy diversas como se ha sugerido en estudios anteriores y están siendo evaluadas, pero no han sido incluidas en este informe.

El análisis visual del mapa de distribución de diversidad donde se incluyen los 188 polígonos, nos

(Foto: Héctor Guzmán)



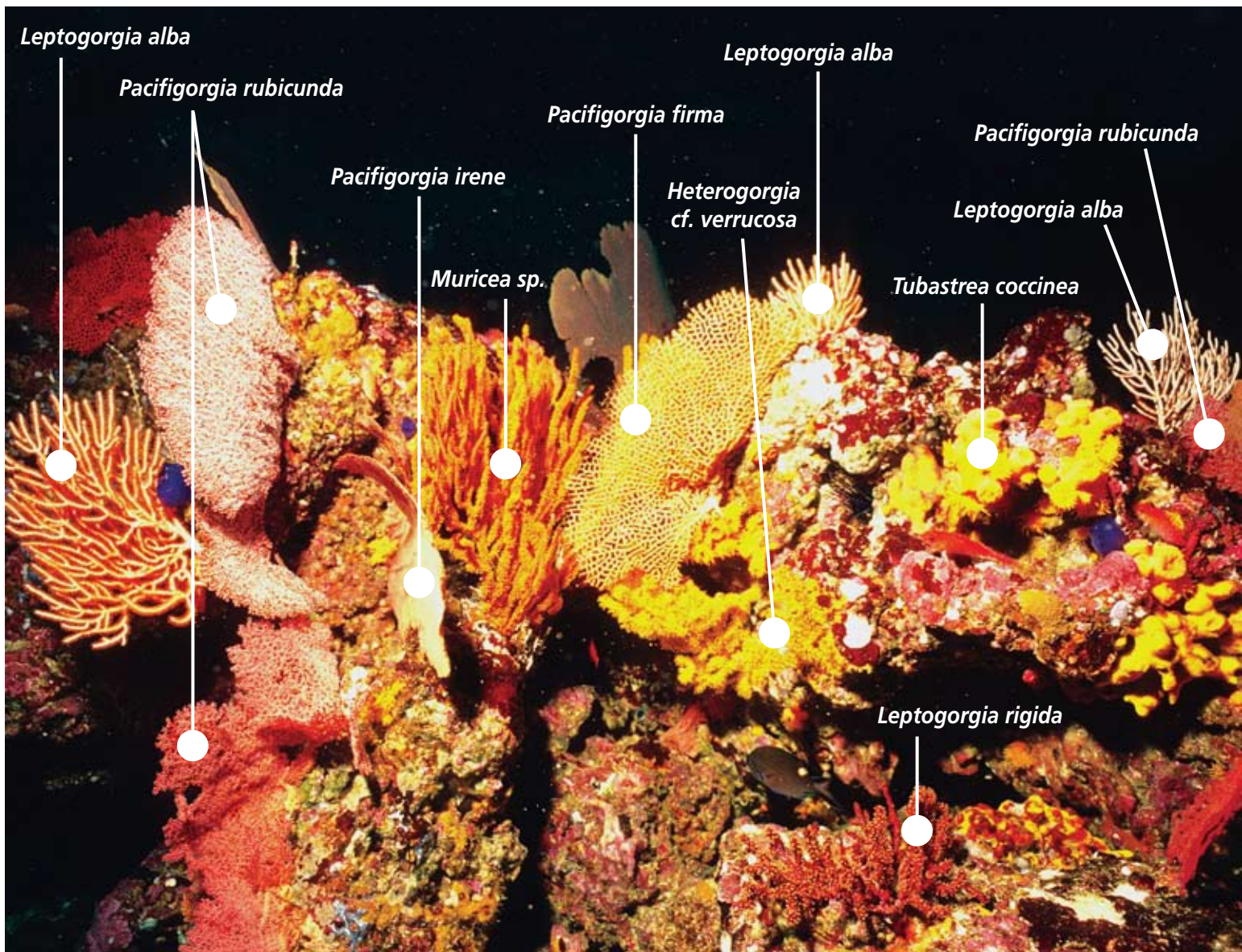
Pacifigorgia irene

Leptogorgia alba

Pacifigorgia rubicunda

Heterogorgia cf. verrucosa

Leptogorgia alba



(Foto: Héctor Guzmán)

indica al menos 15 áreas dentro del POP que albergan una moderada a alta diversidad (>50% especies), una de éstas al sur del Parque Nacional Coiba (PNC) con más del 75% de las especies (Fig. 1). Es importante notar que áreas distantes al PNC contienen una importante riqueza de especies, llamando la atención los islotes de Los Frailes, al sur de la Península de Azuero y los sectores de Islas Ladrones e Islas Secas.

(Foto: Héctor Guzmán)

Las 75 especies encontradas fueron catalogadas por su riqueza (presencia y ausencia) para obtener una idea de la distribución de especies raras en el área; las especies presentes en menos del 25% de los sitios se consideraron raras. Posteriormente, la diversidad de estas especies fue clasificada arbitrariamente en tres niveles de rareza: alta diversidad: > 66% ; diversidad moderada: entre 33 y 66%; y baja diversidad: menor de 33% (Fig.2). Se encontró una distribución espacial dispersa de ciertas especies que coincide bastante con la distribución general de diversidad, con 11 zonas albergando más de 33% de las especies raras y una sola área con más de dos tercios de esta (Fig. 2).



Una colonia del abanico de mar *Pacifigorgia stenobrochis*, que pueden alcanzar tallas de 50 cm de altura, a cada lado un grupo del coral ahermatipico *Tubastrea coccinea*, el octocoral *Leptogorgia coffrini* (izquierda y abajo). (Héctor Guzmán)

Una vez más, el sector meridional (Isla Jicarita) del PNC se destaca como centro de diversidad importante dentro del POP. Es importante resumir que estas áreas de alta diversidad contienen a su vez la mayoría de especies raras o poblaciones de especies antes consideradas en peligro como *Millepora intricata* (Glynn et al. 2001; Mate 2003).

Distribución y Análisis de la Cobertura de Coral

Se describió cuantitativamente la cobertura y composición en 75 sitios dentro del POP, incluyendo arrecifes y comunidades coralinas, un esfuerzo nunca antes realizado para Panamá (ver Mate 2003). Los resultados muestran una cobertura de coral vivo promedio para el POP

de $34.5\% \pm 2.6$ (desviación estándar) y ámbito de 0.1% a 84.4%. La cobertura promedio para macroalgas y algas coralinas incrustantes fue de $56.8\% \pm 2.8$ y $8.1\% \pm 1.1$, respectivamente. En algunos sitios las coberturas de dichas algas fue tan alta como 97% y 66%, respectivamente. Los restantes grupos sésiles estudiados (esponjas, octocorales) presentaron cobertura promedio inferior al 0.2%, lo cual no amerita mayor explicación.

Al comparar la cobertura de organismos sésiles entre arrecifes coralinos y comunidades coralinas, encontramos que la cobertura de corales promedio fue muy similar en comunidades (32.7%, n =25) y en arrecifes (33.8%, n = 50). Similar cobertura también se observa con respecto a las macroalgas, con 59.7% y 57%, respectivamente. Las algas coralinas al igual que en los grupos anteriores fueron similares en los arrecifes (8.5%) y en las

comunidades (7.2%). Estos sitios estudiados representan las mejores áreas actuales del POP, con algunas excepciones. Es importante notar aquí que el aumento considerable de la escala de muestreo o el número de sitios descritos cambia lo que se pensaba antes con respecto a la mayor cobertura de coral en comunidades que en arrecifes, relación que sí se mantiene dentro del PNC (Guzmán et al. 2004). A nivel individual, la mayor cobertura de coral vivo (>50%) se observó en algunos arrecifes de Islas Secas (> 80%), los arrecifes de Isla Uva y en el sector nororiental de Isla Coiba. Al este de Isla Jicarita también existe un arrecife en buen estado con 45%. Pero es importante señalar que los arrecifes de la Ensenada de Achotines presentan una cobertura que oscila entre 10-77%, la cual es alta para arrecifes continentales .

Se presenta en el mapa la distribución de la cobertura relativa de coral vivo en las comunidades coralinas del POP (Fig. 3). Las islas Contreras al norte del PNC se destacan por albergar las áreas de mayor cobertura coralina viva con cobertura superior al 70%, de igual

forma que las islas de Jicarón y Jicarita al sur, y el lado este de las islas Canal de Afuera. En los alrededores de la Isla Coiba, resalta el área al norte de la estación de la Autoridad Nacional del Ambiente y el sector sur de Isla Ranchería (Fig. 3). Tan solo el 13.3% de los sitios presentó una cobertura de coral vivo “alta” y superior al 40% de coral vivo. Nótese que el 68% de estos sitios están dentro del área protegida del PNC (Fig. 3). En términos generales, la cobertura de coral en las comunidades es moderada (20-40%) en la mayoría de la zona costera. El promedio de cobertura de coral dentro del PNC de $37.3\% \pm 4.6$, es bastante similar a $31.9\% \pm 2.9$ de otras áreas del POP.

Al comparar la cobertura relativa de corales en las comunidades coralinas obtenida para los 188 sitios (polígonos) del POP, encontramos que su distribución espacial coincide bastante bien con los sitios de mayor diversidad. Existe una relación positiva entre la diversidad de corales escleractínidos y la cobertura de coral en las comunidades, es decir, mayor diversidad con mayor cobertura viva.



(Foto: Héctor Guzmán)





Discusión

El presente trabajo analiza en su conjunto alrededor de 1,400 km de costa insular y continental, donde se describe la distribución de corales y su estado de conservación desde un punto de vista paisajístico. Se describen más de 70 sitios entre comunidades coralinas y arrecifes. En este estudio realizamos un muestreo extenso del Pacífico Occidental de Panamá, que contempla varias áreas protegidas y donde se destacan el Parque Nacional Coiba y el Parque Nacional Marino Golfo de Chiriquí (PNMGC).

Se reconoce como una decisión muy acertada, la declaración de protección del PNC, ya que se mantiene como el lugar que alberga la mayor diversidad de corales, mayor número de especies raras y posiblemente los mejores arrecifes de la zona (*sensu* Guzmán et al. 2004), a pesar del análisis paisajístico realizado en el presente estudio. No obstante, es importante considerar los resultados en su conjunto, aunque los esfuerzos de conservación tengan limitaciones económicas. Es decir, el PNMGC a pesar de que no se encontró muy diverso en especies, contiene un gran número de arrecifes importantes para mantener el flujo genético dentro del POP. Su baja cobertura relativa y diversidad podrían responder a la falta de protección observada en esta área protegida. Se observó tala indiscriminada y altos niveles de sedimentación en todas las Islas Paridas, las cuales están siendo desarrolladas con fines turísticos y agrícolas. De igual forma, es importante otorgar algún nivel de protección a las islas Montuosa y Ladrones, en particular a esta última, ya que albergan una diversidad relativamente alta en un área muy pequeña. Se necesita prestar atención al pequeño archipiélago de las Islas Secas que está siendo desarrollado rápidamente, ya que entre estas islas están los arrecifes con mayor cobertura de coral y una diversidad clasificada como moderada-alta.

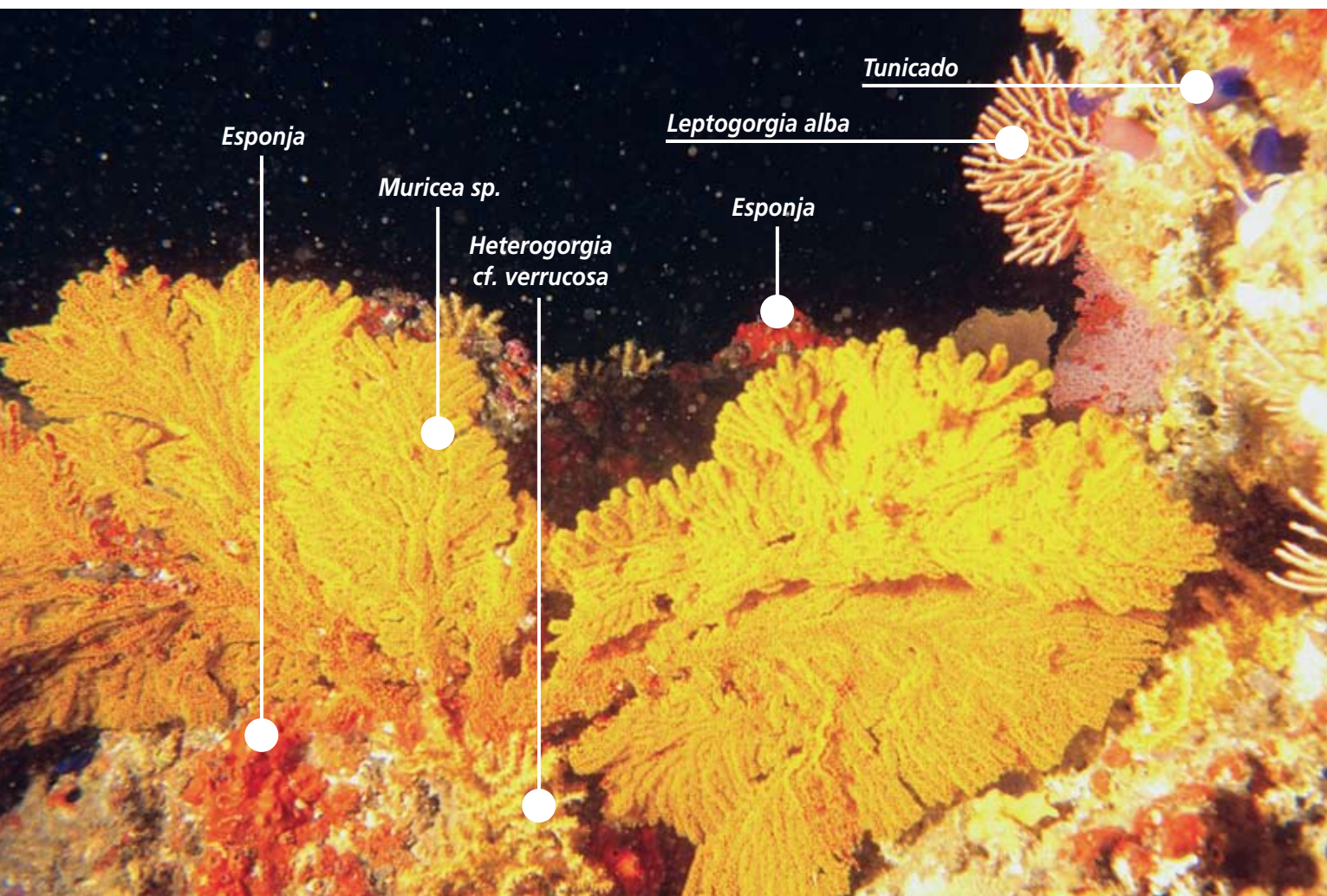
Por lo general, la distribución de la diversidad depende del tamaño de muestra o esfuerzo y la escala geográfica, es decir, un mayor esfuerzo de muestreo implica la posibilidad de encontrar un mayor número

(Foto: Héctor Guzmán)

de especies (Sheppard 1998; Clarke y Warwick 2001). Conceptualmente, existen numerosos índices de diversidad que proporcionan resultados controversiales o ambiguos y no reflejan claramente cambios en composición de especies o pérdida de “biodiversidad” en comunidades a nivel local o regional (Griffiths 1999; Mumby 2001); esto es debido a que se aplican en condiciones más apropiadas a los ambientes terrestres que a los marinos (Norse 1993). No obstante, en comunidades marinas bénticas el uso de estadísticas basado en listados de especies y en la forma de presencia/ausencia puede ser de utilidad, ya que una de sus ventajas es asegurar que la contribución al índice de diversidad no provenga de una sola especie dominante (Clarke y Warwick 2001). De igual forma, medidas simples como el “porcentaje de cobertura de coral vivo” pueden ser un indicador de primer orden

del estado de salud de los arrecifes (Guzmán y Guevara 1999; Done 2001), pero debe de estandarizarse dentro de una gama de sitios donde la cobertura de coral fluctúa ampliamente en respuesta a disturbios naturales (Done 2001).

Nuestro estudio aporta nuevo conocimiento sobre la naturaleza compleja de los arrecifes y comunidades del Pacífico Occidental de Panamá, gracias a un mayor esfuerzo en el muestreo y en su escala geográfica o paisajista. Esto nos ha permitido identificar relativa facilidad la distribución de los centros de mayor diversidad de organismos sésiles que además contienen especies raras o amenazadas dentro de la región señalada (Figs. 1, 2). Además, hemos asignado categorías al estado de conservación de las comunidades coralinas por contener éstas una mayor diversidad que los propios arrecifes coralinos (Guzman et al. 2004). Los



(Foto: Héctor Guzmán)

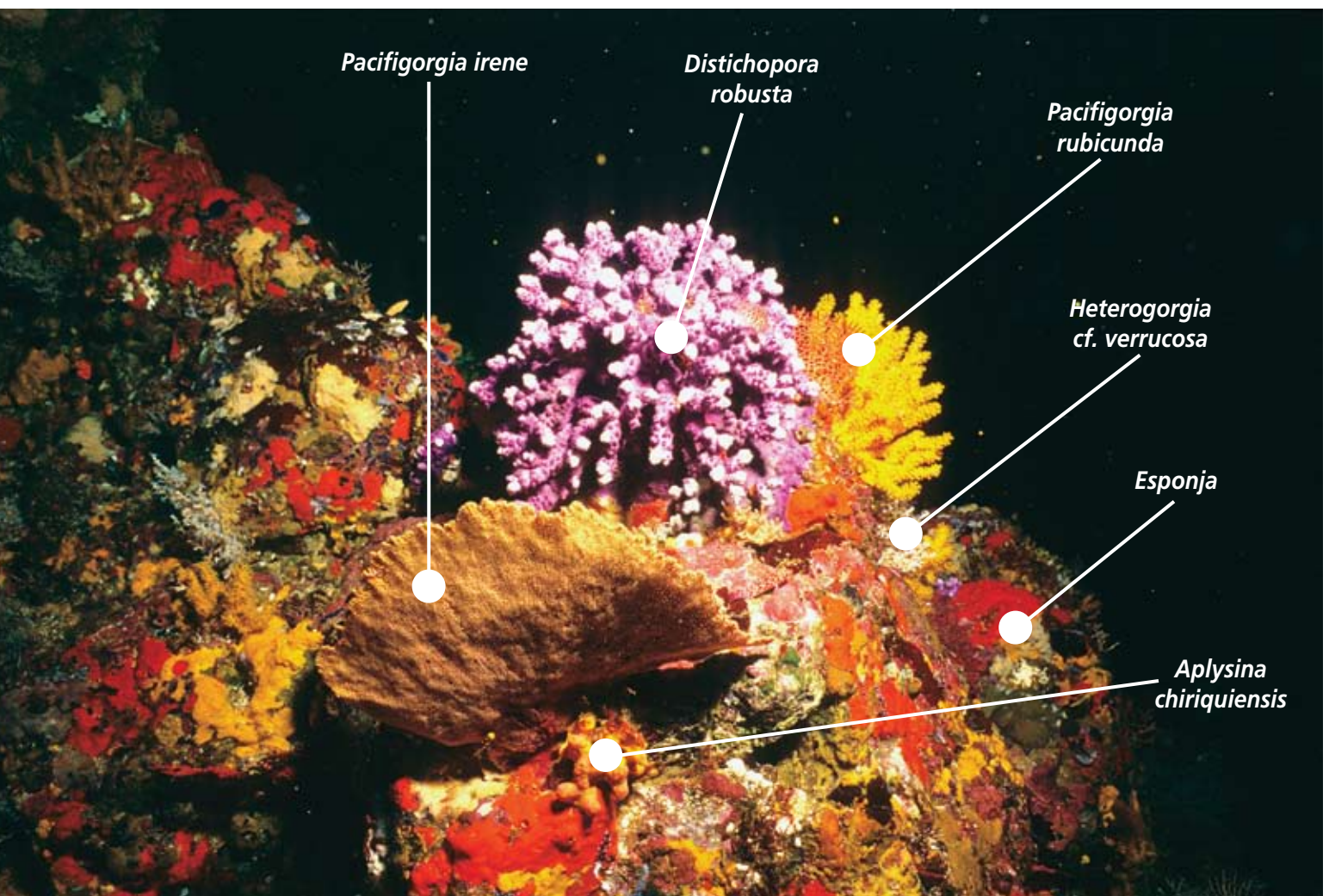


Diversidad de corales blandos de una comunidad coralina del Parque Nacional Coiba; *Carijoa riseii*, *Leptogorgia alba*, *L. cuspidata*, *L. cofrini*, *Pacifigorgia rubicunda*, *P. irene* y *Muricea* sp. (Héctor Guzmán)

mapas indican en general un traslape espacial entre estos parámetros (diversidad, cobertura), donde se destacan dos regiones principales: septentrional (Islas Ladrones, Islas Secas, Isla Contreras-Isla Coiba Norte y noreste) y meridional (Isla Coiba sur-Isla Jicarita). En estas regiones, existen hábitats rocosos profundos que sobrepasan los 20-40 m de profundidad y que todavía deben ser explorados con más detalle. Esta distribución de la diversidad podría decirse que refleja en parte la batimetría y morfología de la zona costera.

Conjuntamente con la localización de nuevas áreas de arrecifes nunca antes descritas para esta zona de

Panamá, se debería considerar el análisis con sensores remotos de todo el POP, que permita elaborar un mapa aproximado de la distribución y superficie de arrecifes coralinos y comunidades coralinas similar al del archipiélago de Isla Coiba y alrededores (Guzmán et al. 2004). No se conoce bien la superficie total de arrecifes del Pacífico de Panamá, y hasta la fecha solo se conocía en detalle la superficie de algunos arrecifes principales del PNC (Islas Uva, Coiba y Canal de Afuera) con aproximadamente 140 ha de arrecifes (Glynn y Mate 1997; Mate 2003). Recientemente, un análisis como el que sugerimos estimó una superficie de aproximadamente

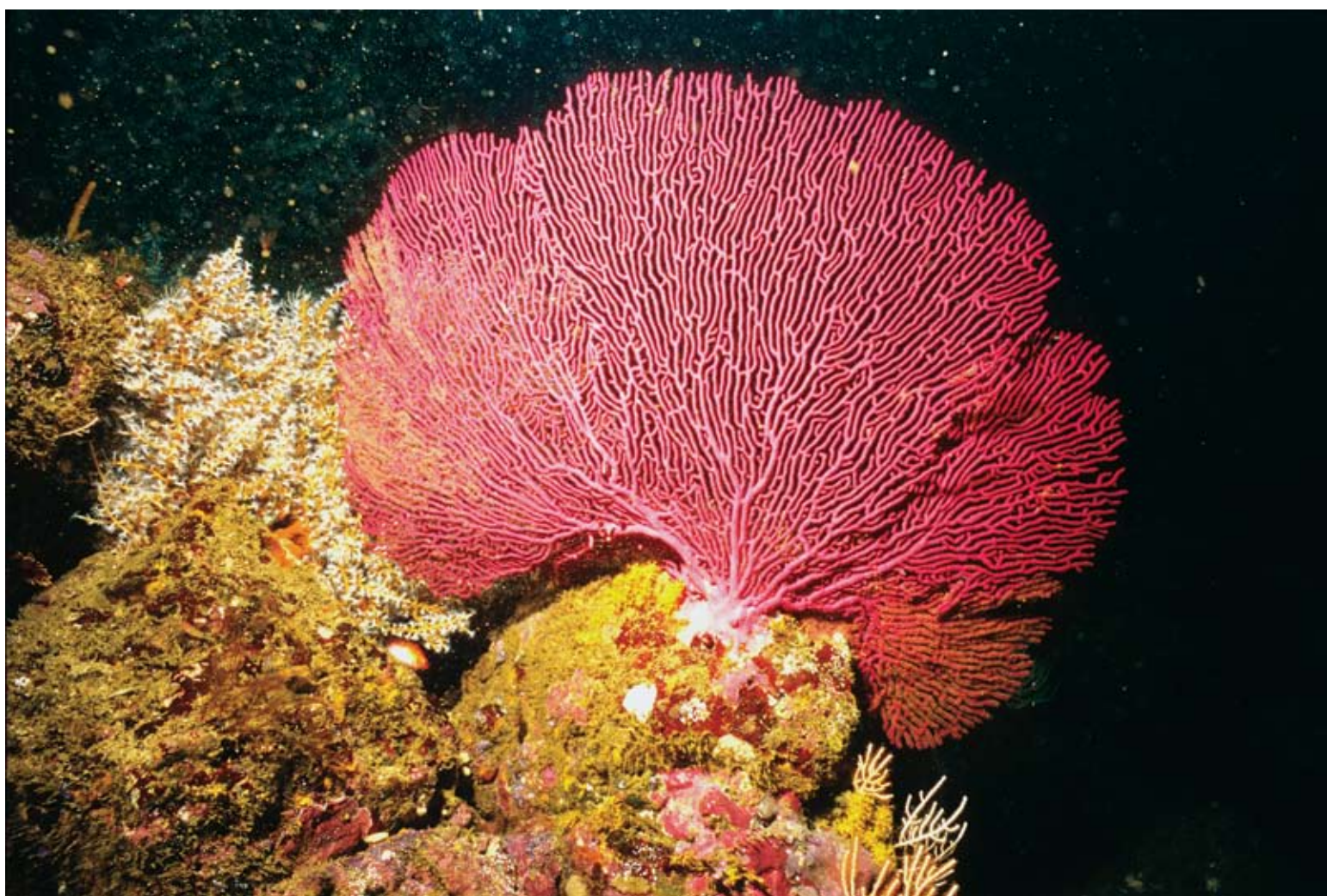


(Foto: Héctor Guzmán)

1,700 ha para el PNC (Guzmán et al. 2004). Estos arrecifes presentan la mayor edad conocida para Panamá con 5,600 años BP, formados por estructuras verticales de hasta 12 m de espesor y construidas principalmente por el coral *Pocillopora damicornis* (Glynn y Macintyre 1977).

Estas regiones en su conjunto contienen poblaciones relativamente pequeñas de especies raras, con distribución geográfica restringida o amenazadas. Creemos que de estas comunidades coralinas provienen las larvas que están repoblando a ciertas especies devastadas durante los eventos de El Niño, lo cual incluye especies comunes como *Pocillopora* spp., o *Millepora intricata* que se han clasificado como potencialmente en peligro o amenazadas (Glynn et al. 2001). Una razón particular que explica

esto es que dichas comunidades albergan una mayor diversidad de hábitats que los propios arrecifes coralinos típicos del Pacífico oriental (Glynn y Wellington 1983; Guzmán y Cortes 1993; Cortes 1997; Guzmán et al. 2004), y además nos hace pensar que éstas están en plena capacidad reproductiva, en particular los *Pocillopora* que por lo general dentro de los arrecifes solo se reproducen por fragmentación (Glynn 1977). A escala regional se ha demostrado que la disponibilidad y diversidad de hábitats es posiblemente el factor que mejor predice la biodiversidad en corales y especies asociadas a arrecifes (Hughes et al. 1999; Bellwood y Hughes 2001). Es decir, la conservación de corales no solo debe centrarse en los arrecifes coralinos, sino que también debe prestarse igual o mayor atención a las comunidades coralinas.



Grupo de octocorales comunes en el Golfo de Chiriquí, *Pacifigorgia stenobrochis* (al centro), *Carijoa risei* (a la izquierda) y algunas colonias de *Leptogorgia cofrini* (a la derecha). (Foto: Héctor Guzmán)

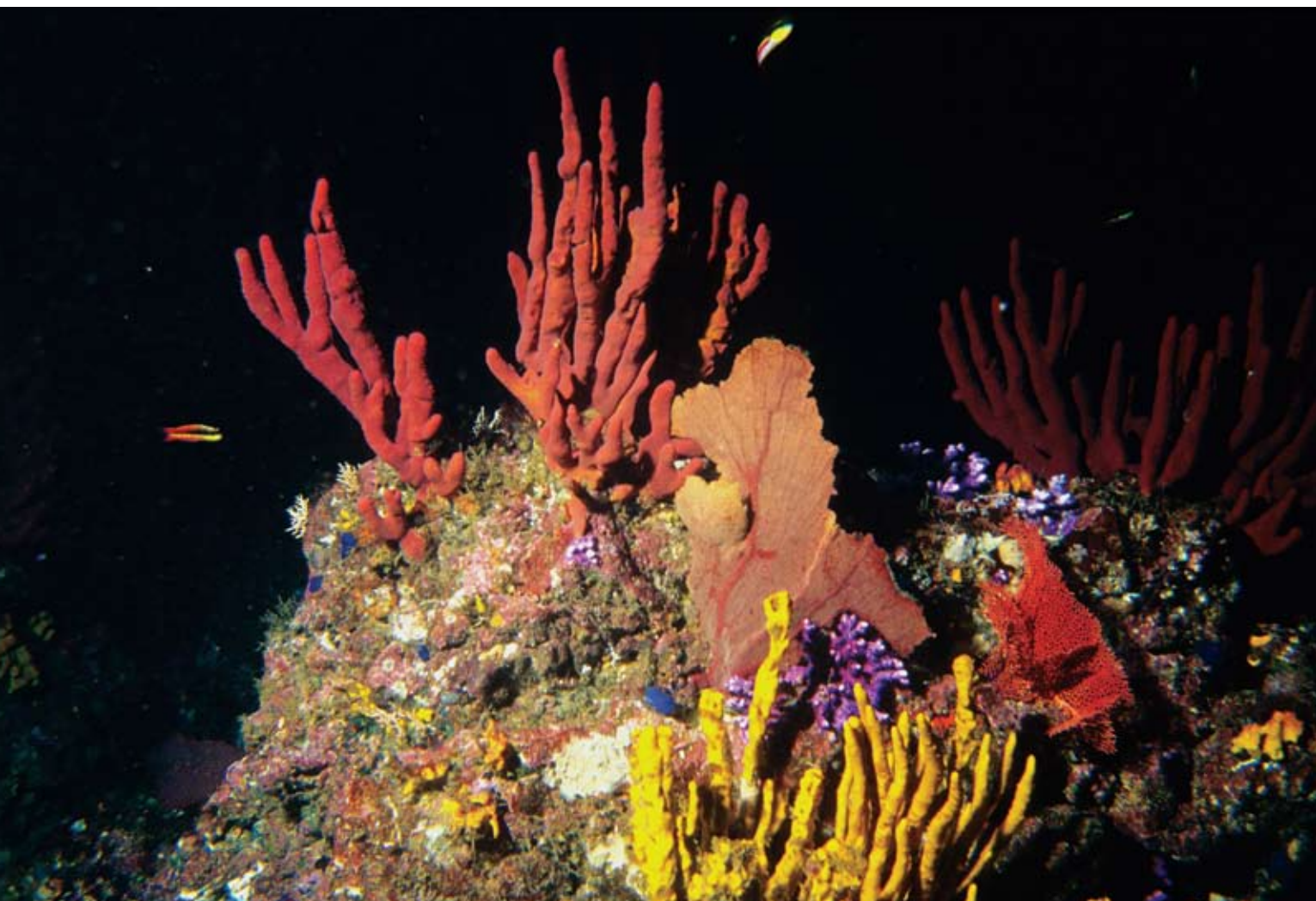
Algunos ejemplos pueden ilustrar lo complejo y paradójico que puede ser dedicar esfuerzos a conservar solo un área del POP. Extensas poblaciones de *Millepora intricata* han sido localizadas dentro del PNC y en las nuevas zonas evaluadas del POP. Todas las colonias que crecen sobre sustrato rocoso forman parte de comunidades coralinas de profundidad intermedia, lo cual en nuestra opinión, indica que estas poblaciones han estado siempre presentes en abundancia en estos hábitats y no exclusivamente en arrecifes coralinos someros donde se han enfatizado las investigaciones que indican su sensibilidad al calentamiento de las aguas y altas mortalidades (Glynn et al. 2001). Es posible que muestreos más profundos revelen la existencia de poblaciones de otras dos especies *Millepora boschamai* (endémica) y *M.*

platyphylla consideradas como extintas (Glynn et al. 2001). El recién descrito octocoral *Pacifigorgia rubinoffi* se conoce solo para 8 localidades de todo el Pacífico hasta el momento (Breedy y Guzmán 2003b) y la mayoría de sus poblaciones, de las cuales 4 están dentro del PNC, no presentan más de una decena de individuos. De igual forma, se confirma la presencia dentro del PNC de *Pavona maldivensis* para Panamá con solo tres colonias vivas hasta ahora localizadas. Se creía que esta especie solo se distribuía en el Pacífico Occidental, pero ya hace años se informó para Costa Rica y Panamá (Holst y Guzmán 1993; Guzmán et al. 2004), aunque fue puesta en duda recientemente (Mate 2003). Se informa por primera vez para Panamá y con cierta reserva la presencia de *Pavona* cf. *duerdeni* y *P.* cf. *minuta*. El nuevo hidrocoral,

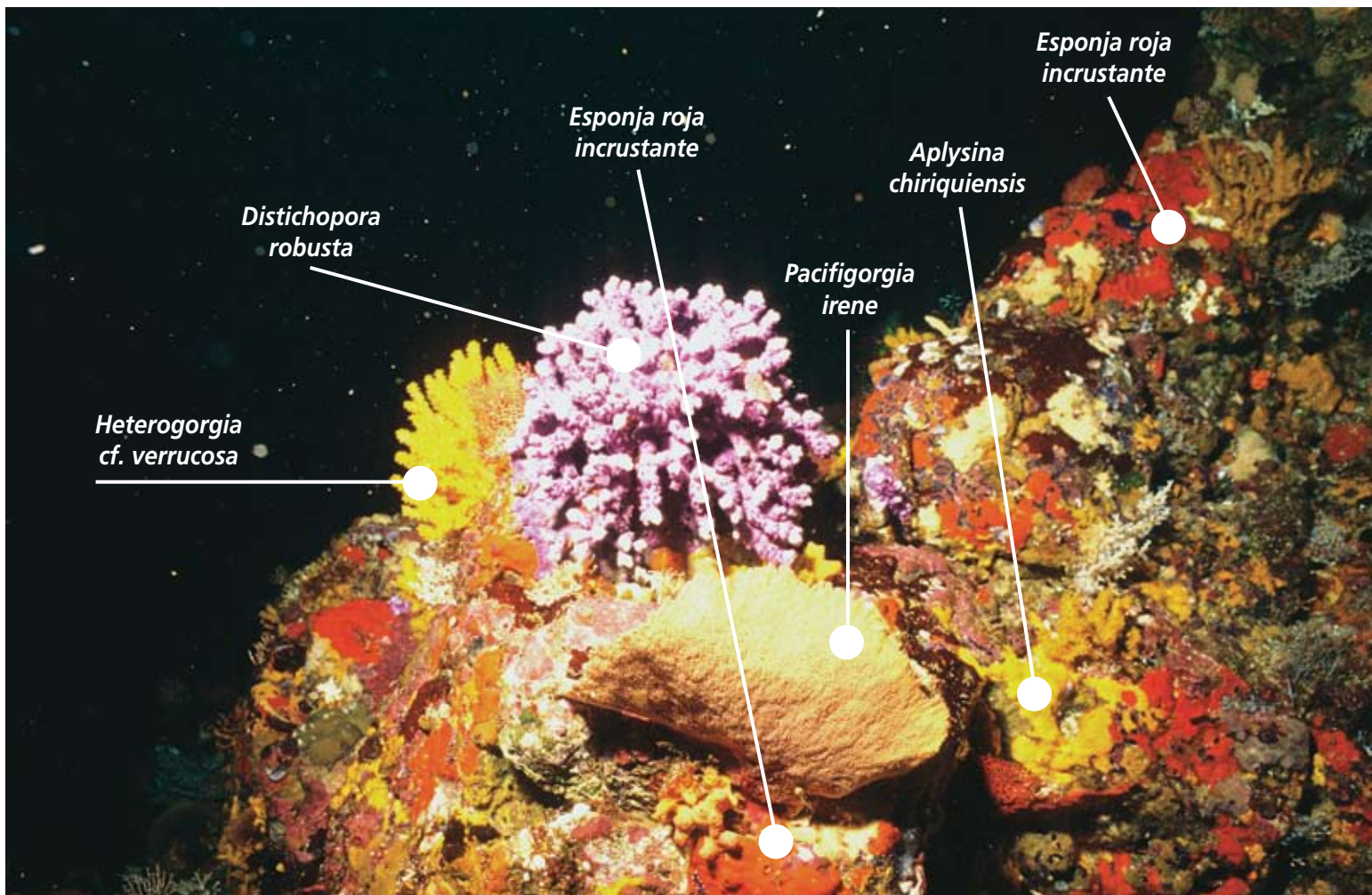
Distichopora robusta (Lindner et al. 2004), solo lo hemos encontrado al sur del archipiélago del PNC y se está describiendo como especie nueva, posiblemente endémica. Su presencia fue informada en el lugar a nivel de familia Stylasteridae (Mate 2003). De alguna forma se ha sugerido que *Pocillopora eydouxi* es una especie poco común en Panamá, pero aquí observamos colonias en prácticamente toda la zona costera donde existan comunidades coralinas y en algunos arrecifes. Otros ejemplos con octocorales podrían ilustrar que hemos subestimado la biodiversidad y su abundancia en todo el POP (ver Breedy y Guzmán 2003b, 2004); en menos de 3 años se han descrito *Pacifigorgia rubinoffi*, *P.*

catedralensis, *P. ferruginea*, *P. sculpta* y *P. smithsoniana* para el POP.

El valor de grupos indicadores para la selección de reservas marinas ha sido analizado y es algo controversial dada la naturaleza de los taxones incluidos en los análisis. Algunos estudios comparan múltiples localidades usando organismos béticos sésiles versus no sésiles; corales y peces de arrecife (Sheppard 1998), mientras que otros usan organismos que fluctúan estacionalmente (macroalgas) con moluscos (Gladstone 2002). Estos estudios representan alternativas para la selección de sitios basados en una falsa distribución tempo-espacial de la diversidad que podría estar afectada notablemente por la historia natural



Comunidad coralina en sustrato rocoso donde se muestra varias especies recientemente descritas y que ilustran la falta de conocimiento de la biodiversidad marina. La esponja *Aplysina chiriquiensis* y colonias de los corales blandos o octocorales *Pacifigorgia rubicunda*, *Pacifigorgia irene* y *Leptogorgia cofrini* y del coral escleractínido *Distichopora robusta*. Únicamente *P. irene* se conocía para comienzos de 2000s. (Foto: Héctor Guzmán)



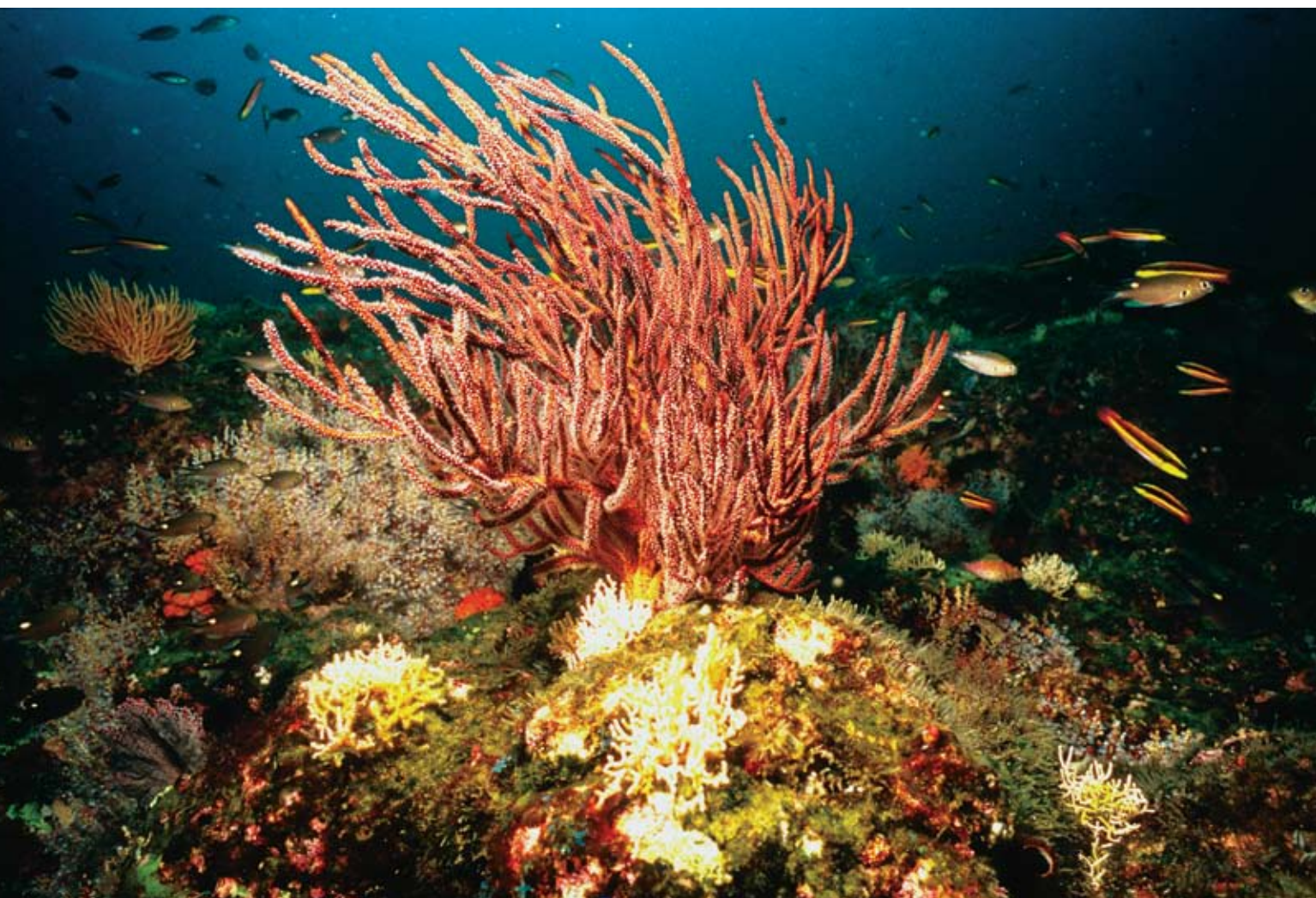
(Foto: Héctor Guzmán)

de estos organismos y por problemas comunes que afectan a la mayoría de los arrecifes, como la sobrepesca (Sheppard 1998; Gell y Roberts 2003). Esta situación empeora con la falta de una clasificación adecuada de la diversidad, al menos de los grupos sésiles más notables. Posiblemente, lo más novedoso de este estudio y un aporte esencial a la conservación se logró al profundizar la taxonomía de octocorales, grupo que ha sido ignorado en el Pacífico Oriental por casi un siglo, al igual que las esponjas (ej., Glynn y Wellington 1983; Cortés 1997; Glynn y Mate 1997; Mate 2003). Parte de la crisis de “biodiversidad” se debe a la clasificación incompleta de especies, lo que sugiere la urgente necesidad de apoyar estudios taxonómicos, concientes de que éstos toman tiempo y dedicación (Knowlton y Jackson 1994; Nacional Research Council 1995). En análisis futuros, sería conveniente profundizar el conocimiento de las esponjas

en la región, como lo demuestra la esponja recientemente descrita *Aplysina chiriquiensis* (Díaz et al. 2005), inconcebiblemente abundante y ampliamente distribuida en el Golfo de Chiriquí y Costa Rica.

Amenazas a la Integridad Regional del Pacífico Occidental de Panamá.

El proceso de selección de áreas protegidas marinas debe considerar la identificación a nivel local de las amenazas hacia la diversidad y su abundancia (Nacional Research Council 2001; Done 2001). Se dice entonces que la creación de áreas protegidas marinas es importante para la protección de la biodiversidad que albergan los arrecifes coralinos e idealmente, la distribución de dichas áreas debe incorporar cualquier riesgo relacionado con presiones no manejables, incluyendo temperaturas anómalas del



Grupo de corales blandos u octocorales; *Leptogorgia cuspidata* al centro, rodeado por colonias de *L. cofrini* y *Carijoa riseii*. (Foto: Héctor Guzmán)

mar (Done 2001). Los riesgos y amenazas que podemos identificar para los arrecifes del Pacífico de Panamá abarcan fenómenos naturales y disturbios antropogénicos comunes a toda la región (ver revisión en Mate 2003).

No es nuestra intención revisar aquí todas las posibles amenazas que afectan el funcionamiento de un arrecife coralino, pero podemos mencionar que entre las más aparentes están disturbios naturales como el calentamiento de aguas asociadas al Fenómeno de El Niño y antropogénicos como la sobrepesca y la sedimentación. Hasta el momento los disturbios naturales han causado un mayor daño, o al menos éstos han sido cuantificados, aunque reconocemos que ha sido sobreestimado. Se sabe que los arrecifes de esta región han sufrido históricamente las consecuencias del calentamiento de

las aguas de 1982-83 y de 1997-98 y en menor grado el impacto por mareas rojas (Glynn et al. 2001). No obstante en la mayoría de los arrecifes de Panamá y en particular del PNC, a pesar de haber sufrido una mortalidad estimada entre 50-100%, se observan áreas donde se mantuvo la integridad del arrecife superior al 50% de la superficie total del sitio, con lo que parece ser una mortalidad selectiva a genotipos menos tolerables al estrés térmico. Esto queda en evidencia porque la mortalidad no ocurrió en todos los hábitats y profundidades por igual, ni dentro y entre arrecifes poco distantes entre sí. Esto posiblemente se deba a la diversidad de condiciones orográficas, hidrográficas y oceanográficas que afectan al Golfo de Chiriquí. La mortalidad afectó de forma similar a arrecifes localizados

a barlovento o sotavento de islas, y cercanos o alejados de la influencia continental. Durante el calentamiento de 1997-98 se observó un patrón de blanqueamiento y mortalidad mayor en islas lejanas del continente y se sugirió susceptibilidad de algunas especies indicadoras como *Millepora intricata*, *Gardineroseris planulata* y *Porites panamensis* (ver detalles en Glynn et al. 2001). Estas especies están ampliamente distribuidas y son actualmente abundantes en el POP. Es decir, en la región existen especies de corales y genotipos resistentes a estos cambios formando arrecifes coralinos o comunidades coralinas, lo cual permite mitigar uno de los principales “riesgos no manejables” y mejorar la conservación de estos ecosistemas (Done 2001).

Cuatro factores antropogénicos afectan actualmente al POP, lo cual coincide con otras publicaciones previas (Mate 2003; Guzmán et al. 2004); sobrepesca,

sedimentación localizada, turismo y la extracción de corales y peces de arrecife. (1) La pesca se dice que está regulada para algunos sectores, en particular dentro del PNC. No obstante, se observan diariamente pescadores con redes, líneas largas, y buzos langosteros en todo el POP. Los efectos de la sobrepesca son ampliamente conocidos (Done y Reichelt 1998; Gell y Roberts 2003). (2) La sedimentación por los momentos está afectando toda la zona continental, las Islas Paridas y el área de drenaje septentrional de Isla Coiba. Los efectos de la sedimentación ya se observan en todas las áreas mencionadas. (3) El turismo es potencialmente la mayor amenaza al POP y se espera que su planificación se haga adecuadamente. Un desarrollo desordenado de infraestructuras dentro de las áreas protegidas como ya se observa en el PNMGC incrementaría la sedimentación y la contaminación en general, perdiéndose el valor



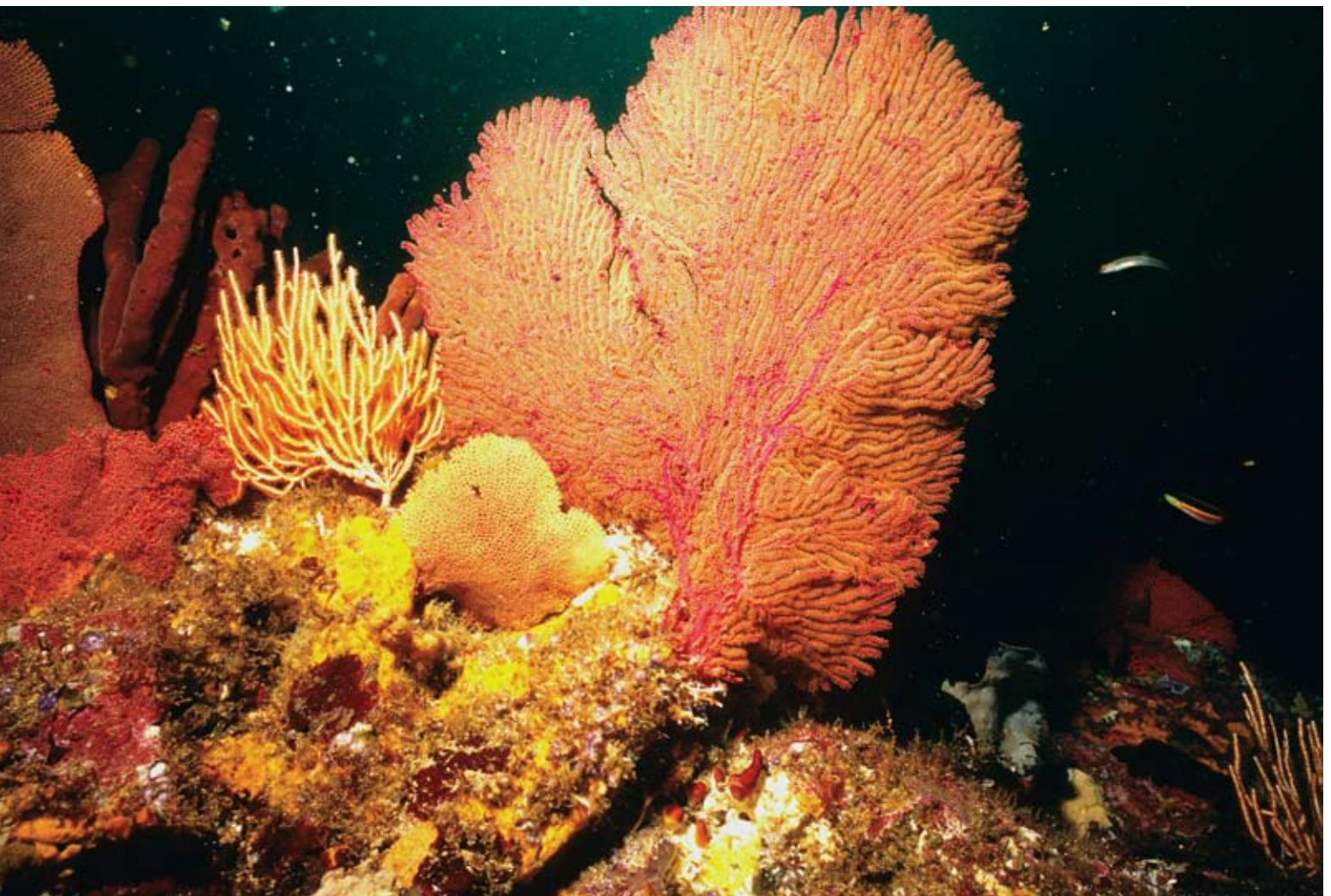
(Foto: Héctor Guzmán)

socio-económico y ecológico del área (Hall 2001). Finalmente, (4) la extracción de corales y peces de arrecifes está prohibida en todo el país. Sin embargo, la presión de los proveedores de acuarios se ha incrementado y se ha expandido a todo Panamá, ya que las áreas tradicionales de extracción del Caribe y del Pacífico cercanas a la capital han sido destruidas. Con el incremento del turismo la extracción ha comenzado y áreas tan sensitivas como el sur del PNC son vulnerables.

Recomendaciones

El presente estudio proporciona la información necesaria que permitiría realizar un ordenamiento a nivel paisajístico del POP, considerando los ambientes terrestres y marinos

en su conjunto, elemento importante en el diseño de planes de manejo en áreas protegidas marinas (National Research Council 2001). Una conclusión notable de este estudio es que el Parque Nacional Coiba definitivamente alberga la mayor riqueza de especies de todo el POP. Proporcionamos únicamente tres recomendaciones que consideramos deben implementarse con cierta urgencia: (a) Se deben crear tres zonas núcleo de protección absoluta, donde se prohíba cualquier actividad intrusiva (pesca artesanal, deportiva y comercial; extracción de arena, corales, etc.), pero en donde se permita el turismo recreativo regulado (buceo y snorkel). Estas tres regiones incluyen una primera zona que debe integrar la Zona Norte (Islas Contreras), Zona Noreste (Canal de Afuera-Ranchería-Isla Coiba Norte-noreste) y Zona Sur



Grupo de octocorales *Pacifigorgia stenobrochis*, *P. irene*, *P. rubicunda* y *Leptogorgia alba* rodeados por otros organismos y al fondo la esponja *Aplysina chiriquiensis*. (Foto: Héctor Guzmán)

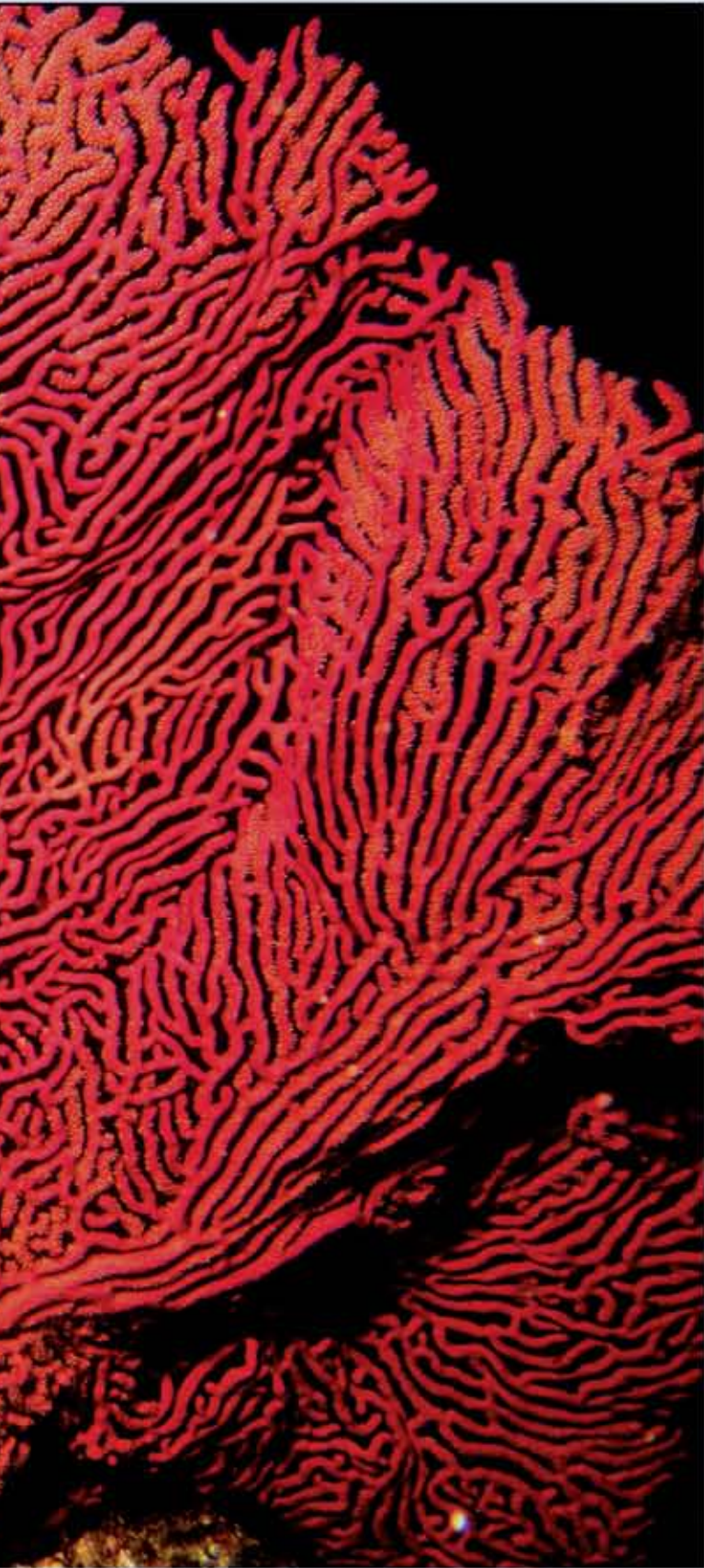


(Foto: Héctor Guzmán)

(Isla Barca-Isla Jicarón-Isla Jicarita) dentro del PNC (según Guzmán et al. 2004), una segunda zona en las Islas Secas y una tercera zona en las Islas Ladrones. Dentro de estas tres zonas, se podrían zonificar áreas “intangibles”, ya que se ha demostrado el beneficio de estas áreas a las pesquerías aledañas (National Research Council 2001; Gell y Roberts 2003); (b) Debido al alto impacto que tienen las pesquerías en esta región de alto

valor económico, se deben iniciar estudios detallados sobre estas actividades; y (c) Es importante ampliar el número de sitios para el monitoreo biológico e hidrográfico dentro del POP. El monitoreo es la única forma de evaluar cambios en las comunidades marinas y en cierta forma de alertar a las autoridades encargadas del manejo sobre eventuales disturbios, naturales o antropogénicos.





Agradecimientos

Este trabajo no se hubiese realizado sin el aporte, experiencia y esfuerzo de Carlos Guevara, al cual le estamos muy agradecidos. Agradecemos al personal del barco de investigaciones R/V Urracá por apoyo logístico incondicional y a A. Lam, I. Betancourt, F. Guerra y C. Schloeder por asistencia en el campo. Agradecemos a J. M. Guevara por la elaboración de los mapas en Sistemas de Información Geográfica. Agradecemos a I. Hernández y K. Kaufman por el apoyo en el manejo y análisis de datos, respectivamente. Este estudio fue financiado parcialmente por el Smithsonian Tropical Research Institute, The Nature Conservancy y la Fundación AVINA.

(Foto: Héctor Guzmán)





Referencias

- Adamek S, Frohlich C, Pennington WD (1988) Seismicity of the Caribbean-Nazca microplate boundary: constraints on microplate tectonics of the Panama region. *J Geophys Res* 93:2053-2075
- Allen GE, Robertson DR (1994) *Fishes of the tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press, Honolulu
- Andréfouët S, Kramer P, Torres-Pulliza D, Joyce KE, Hochberg EJ, Garza-Perez R, Mumby PJ, Riegl B, Yamano H, White WH, Zubia M, Brock JC, Phinn SR, Naseer A, Hatcher BG, Muller-Karger FE (2003) Multi-sites evaluation of Ikonos data for classification of tropical coral reef environments. *Rem Sen Environ* (In press)
- Bellwood DR, Hughes TP (2001) Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. *Science* 292:1532-1534
- Breedy O, Guzmán HM (2002) A revision of the genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Proc Biol Soc Wash* 115:782-839
- Breedy O, Guzmán HM (2003a) The Genus *Pacifigorgia* (Octocorallia:Gorgonacea) in Costa Rica and Panama. *Zootaxa* 281:1-60
- Breedy O, Guzmán HM (2003b) A new species of *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from Panamá. *Zootaxa* 128:1-10
- Breedy O, Guzmán HM (2004) New species of the gorgonian genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) from the Pacific of Panamá. *Zootaxa* 1-15

(Foto: Héctor Guzmán)

- Colgan MW (1990) El Niño and the history of eastern Pacific reef building. In: Global Ecological Consequence of the (1982-83) El Niño-Southern Oscillation. Glynn PW (ed) Elsevier, Amsterdam, pp 183-232
- Clarke KR, Warwick RM (2001) Changes in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd Edition, PRIMER-E, Plymouth
- Cortés J (1997) Biology and geology of coral reefs of the eastern Pacific. *Coral Reefs* 16:S39-S46
- Cortés J, Guzmán HM (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* 46:55-91
- Cromwell T, Bennett EB (1959) Surface drift charts for the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-Amer Trop Tuna Comm Bull* 3:215-237
- Diaz MC, Van Soest RWM, Rutzler K, Guzman HM (2005) *Aplysina chiriquiensis*, a new pedunculate sponge from the Gulf of Chiriqui, Panama, Eastern Pacific (Aplysinidae, Verongida). *Zootaxa* 1012: 1-12
- Done T (2001) Scientific principles for establishing MPAs to alleviate coral bleaching and promote recovery. In: Coral Bleaching and Marine Protected Areas. Salm RV and Coles SL (eds) The Nature Conservancy, Honolulu, Hawaii, pp 53-59
- Done TJ, Reichelt RE (1998) Integrated coastal zone and fishery ecosystem management: generic goals and performance indices. *Ecol Appl* 8:S110-118
- Eakin CM (2001) A tale of two ENSOs: Carbonate budgets and the influence of two warming events and intervening variability, Uva Island, Panama. *Bull Mar Sci* 69:171-186
- Enfield DB (2001) Evolution and historical perspective of the (1997-1998) El Niño-Southern Oscillation event. *Bull Mar Sci* 69:7-25
- Escuela de Geografía de Universidad de Panamá (2001) Diccionario Geográfico de Panamá, vols. I and II. Editora Universitaria, Panamá
- Gell FR, Roberts CM (2003) The fishery effects of marine reserves and fishery closures. WWF-US, Washington, DC
- Gladstone W (2002) The potential value of indicator groups in the selection of marine reserves. *Biol Conserv* 104:211-220
- Glynn PW (1977) Coral growth and upwelling and nonupwelling areas off the Pacific coast of Panama. *J Mar Res* 35:567-585
- Glynn PW (1984) Widespread coral mortality and 1982-83 El Niño warming event. *Environm Conserv* 11:133-146
- Glynn PW (1997) Eastern Pacific reef coral biogeography and faunal influx: Durham's dilemma revisited. *Proc 8th Int Coral Reef Symp* 1:371-378
- Glynn PW (2003) Coral communities and coral reefs of Ecuador. In: Cortes J (ed) Latin American Coral Reefs. Elsevier Science BV, Amsterdam, pp 449-472
- Glynn PW, Macintyre IG (1977) Growth rate and age of coral reefs on the Pacific coast of Panama. *Proc 3rd Int Coral Reef Symp* 2:251-259
- Glynn PW, Wellington GM (1983) Corals and Coral Reefs of the Galápagos Islands. University of California Press, Berkeley
- Glynn PW, de Weerd WH (1991) Elimination of two reef-building hydrocorals following the (1982-83) El Niño warming event. *Science* 253:69-71

- Glynn PW, Maté JL (1997) Field guide to the Pacific Coral Reefs of Panama. Proc 8th Int Coral Reef Symp 1:145-166
- Glynn PW, Stewart RH, McCosker JE (1972) Pacific coral reefs of Panama: structure, distribution and predators. Geol Rundschau 61:483-519
- Glynn PW, Cortes J, Guzmán HM, Richmond RH (1988) El Niño (1982-83) associated coral mortality and relationship to sea surface temperature deviations in the tropical eastern Pacific. Proc 6th Int Coral Reefs Symp 3:237-243
- Glynn PW, Mate JL, Baker AC, Calderon MO (2001) Coral bleaching and mortality in Panama and Ecuador during the (1997-98) El Niño-Southern Oscillation event: spatial/temporal patterns and comparisons with the (1982-1983) event. Bull Mar Sci 69:79-109
- Glynn PW, Wellington GM, Wieters EA, Navarrete SA (2003) Reef-building coral communities of Eastern Island (Rapa Nui), Chile. In: Cortes J (ed) Latin American Coral Reefs. Elsevier Science BV, Amsterdam, pp 473-494
- Griffiths D (1999) On investigating local-regional species richness relationships. J Anim Ecol 68:1051-1055
- Guzmán HM, Cortes J (1993) Los arrecifes coralinos del Pacífico oriental ecuatorial: revisión y perspectivas. Rev Biol Trop 41:535-557
- Guzmán HM, Guevara CA (1999) Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: III. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes de las islas Pastores, Cristóbal, Popa y Cayo Agua. Rev Biol Trop 47:659-675
- Guzmán HM, Cortés J, Glynn PW, Richmond RH (1990) Coral mortality associated with dinoflagellate blooms in the eastern Pacific. Mar Ecol Prog Ser 60:299-303
- Guzmán HM, Guevara CA, Breedy O (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
- Hall CM (2001) Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier? Ocean Coastal Manage 44:601-618
- Holst I, Guzmán HM (1993) Lista de corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia; Hydrozoa: Milleporina) a ambos lados del istmo de Panamá. Rev Biol Trop 41:871-875
- Hughes TP, Baird AH, Dinsdale EA, Moltschaniwskyj NA, Pratchett MS, Tanner JE, Willis BL (1999) Patterns of recruitment and abundance of corals along the Great Barrier Reef. Nature 397:59-63
- Knowlton N, Jackson JBC (1994) New taxonomy and niche partitioning of coral reefs: jack of all trades or master of some. Trends Ecol Evol 9:7-9
- Kolarsky RA, Mann P (1995) Structure and neotectonics of an oblique-subduction margin, southwest Panama. Geol Soc Am Special Paper 265:131-157
- Lindner A, Cairns SD, Guzman HM (2004) *Distichopora robusta* n. sp., the first tropical shallow-water stylasterid (Cnidaria: Hydrozoa: Stylasteridae) from the East Pacific. J. Mar. Biol. Ass. UK. 84:943-947
- Mate JL (2003) Corals and coral reefs of the Pacific coast of Panama. In: Cortes J (ed) Latin American Coral Reefs. Elsevier Science BV, Amsterdam, pp 387-417
- Miller I, Muller R (1999) Validity and reproducibility of benthic cover estimates made during broadscale surveys of coral reefs by manta tow. Coral reefs 18:353-356
- Mumby PJ (2001) Beta and habitat diversity in marine systems: a new approach to measurement, scaling and interpretation. Oecologia 128:274-280

National Research Council (1995) *Understanding Marine Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC

National Research Council (2001) *Marine Protected Areas: Tools for Sustaining Ocean Ecosystems*. National Academy Press, Washington, DC

Norse EA (1993) *Global Marine Biological Strategy: a Strategy for Building Conservation into Decision Making*. Island Press, Washington, DC

Reyes-Bonilla H (2003) Coral reefs of the Pacific Mexico. In: Cortes J (ed) *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science BV, Amsterdam, pp 331-349

Reyes-Bonilla H, Barraza JE (2003) Corals and associated marine communities from El Salvador. In: Cortes J (ed) *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science BV, Amsterdam, pp 351-360

Sheppard CRC (1998) Biodiversity patterns in Indian Ocean corals, and effects of taxonomic error in data. *Biodiversity Conserv* 7:847-868

Zapata FA, Vargas-Angel B (2003) Corals and coral reefs of the Pacific coast of Colombia. In: Cortes J (ed) *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science BV, Amsterdam, pp 419-447



CUADRO 1

Lista de especies de corales duros (23 escleractínidos) y gorgonias (52 octocorales) hasta un **total de 75 especies** encontradas hasta el momento en la zona costera continental e insular del Golfo de Chiriquí, Panamá. Especies similares pero podrían ser nuevas (cf.), especies en estudio o posiblemente nuevas en proceso de descripción (sp).

N°	Escleractínidos	N°	Octocorales	N°	Octocorales (continuación)
1	<i>Distichopora</i> sp.	24	<i>Carijoa riseii</i>	47	<i>Muricea</i> sp8
2	<i>Millepora intricata</i>	25	<i>Eugorgia ampla</i>	48	<i>Muricea</i> sp9
3	<i>Gardineroseris planulata</i>	26	<i>Eugorgia daniana</i>	49	<i>Muricea squarrosa</i>
4	<i>Pavona chiriquiensis</i>	27	<i>Eugorgia</i> cf. <i>multifida</i>	50	<i>Muricea austera</i>
5	<i>Pavona clavus</i>	28	<i>Eugorgia</i> sp	51	<i>Muricea purpurea</i>
6	<i>Pavona</i> cf. <i>duerdeni</i>	29	<i>Eugorgia</i> sp1	52	<i>Pacifigorgia adamsii</i>
7	<i>Pavona frondifera</i>	30	<i>Eugorgia</i> sp2	53	<i>Pacifigorgia bayeri</i>
8	<i>Pavona gigantea</i>	31	<i>Heterogorgia</i> sp	54	<i>Pacifigorgia cairnsi</i>
9	<i>Pavona maldivensis</i>	32	<i>Heterogorgia</i> sp1	55	<i>Pacifigorgia cathedralensis</i>
10	<i>Pavona</i> cf. <i>minuta</i>	33	<i>Heterogorgia</i> cf. <i>verrucosa</i>	56	<i>Pacifigorgia eximia</i>
11	<i>Pavona varians</i>	34	<i>Leptogorgia alba</i>	57	<i>Pacifigorgia ferruginea</i>
12	<i>Pavona xarifae</i>	35	<i>Leptogorgia cuspidata</i>	58	<i>Pacifigorgia firma</i>
13	<i>Pocillopora capitata</i>	36	<i>Leptogorgia diffusa</i>	59	<i>Pacifigorgia irene</i>
14	<i>Pocillopora damicornis</i>	37	<i>Leptogorgia</i> sp	60	<i>Pacifigorgia rubicunda</i>
15	<i>Pocillopora elegans</i>	38	<i>Leptogorgia cofrini</i>	61	<i>Pacifigorgia rubinoffi</i>
16	<i>Pocillopora eydouxi</i>	39	<i>Leptogorgia rigida</i>	62	<i>Pacifigorgia sculpta</i>
17	<i>Pocillopora</i> cf. <i>inflata</i>	40	<i>Leptogorgia taboguilla</i>	63	<i>Pacifigorgia senta</i>
18	<i>Pocillopora meandrina</i>	41	<i>Leptogorgia pumila</i>	64	<i>Pacifigorgia smithsoniana</i>
19	<i>Porites lobata</i>	42	<i>Leptogorgia laxa</i>	65	<i>Pacifigorgia stenobrochis</i>
20	<i>Porites panamensis</i>	43	<i>Muricea</i> sp	66	<i>Pacifigorgia</i> sp
21	<i>Psammocora stellata</i>	44	<i>Muricea</i> cf. <i>austera</i>	67	<i>Pacifigorgia</i> sp1
22	<i>Psammocora superficialis</i>	45	<i>Muricea crassa</i>	68	<i>Pacifigorgia</i> sp2
23	<i>Tubastrea coccinea</i>	46	<i>Muricea</i> cf. <i>fruticosa</i>	69	<i>Pacifigorgia</i> sp3
	Total 23		Subtotal 23	70	<i>Pacifigorgia</i> sp4
				71	<i>Psammogorgia arbuscula</i>
				72	<i>Psammogorgia</i> cf. <i>teres</i>
				73	<i>Psammogorgia</i> sp
				74	<i>Psammogorgia</i> sp1
				75	<i>Psammogorgia</i> sp2
					Total 52

(Foto: Héctor Guzmán)



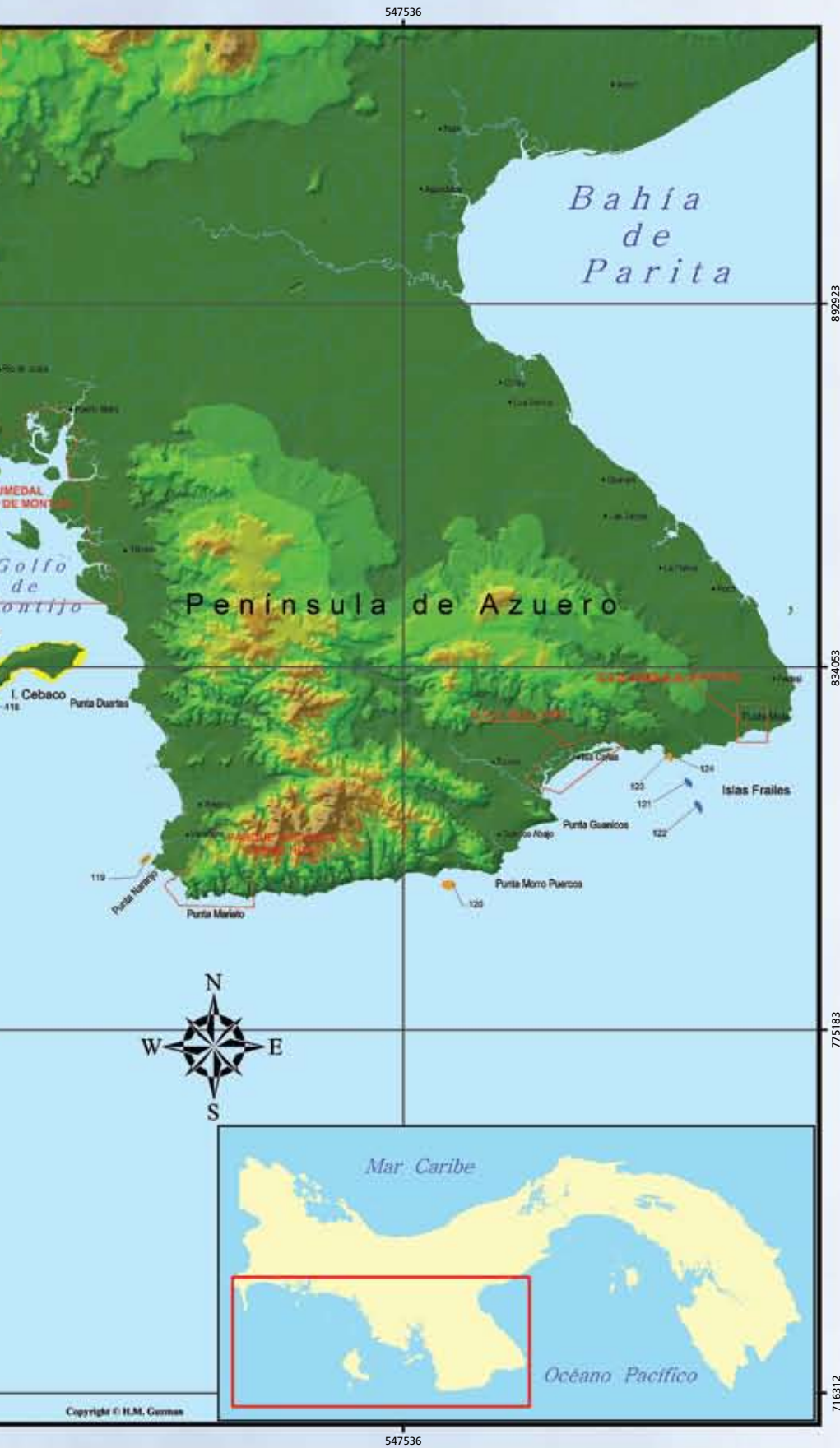


Figura 1.

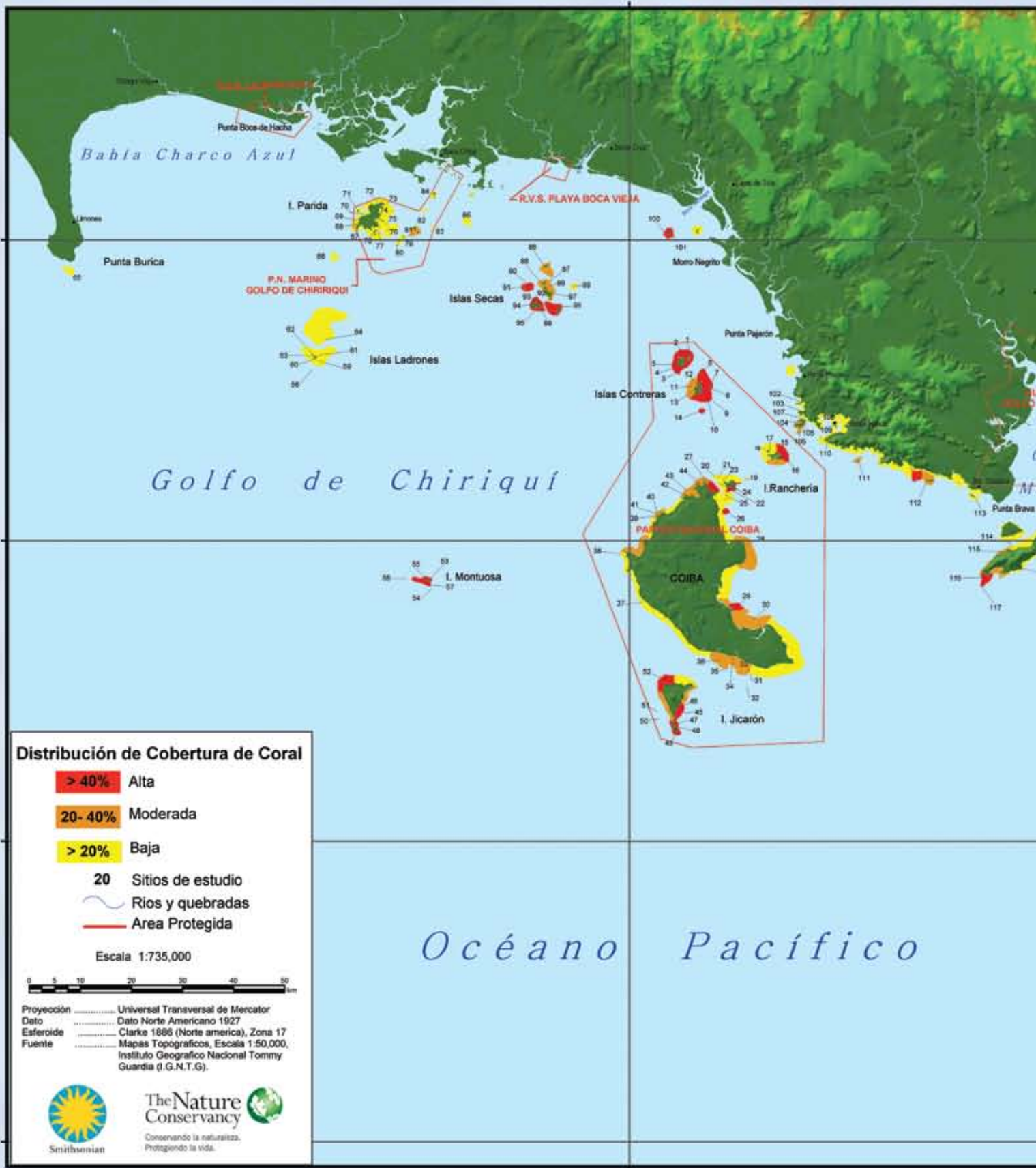
Mapa de distribución de diversidad basado en corales duros (Hydrocorallina; Scleractinia) y octocorales (Alcyonacea) en la región occidental del Pacífico de Panamá. La diversidad combinada de todas las especies (ver Cuadro 1) se presenta en cuatro categorías: alta (>75% especies), media-alta (50-75%), media (25-50%) y baja (< 25%). Se señalan los sitios donde se evaluó en buceos profundos la diversidad en arrecifes coralinos y comunidades coralinas.





Figura 2.

Mapa de distribución de especies raras de corales duros (Hydrocorallina; Scleractinia) y octocorales (Alcyonacea) en la región occidental del Pacífico de Panamá. La diversidad incluye las especies que solo estuvieron presentes en menos del 25% de los 188 polígonos evaluados y se presentan en cuatro categorías: alta (> 66% de especies raras o consideradas muy raras), moderada (33-66%), baja (< 33%), y no presentes. Se señalan los sitios donde se evaluó en buceos profundos la diversidad en arrecifes coralinos y comunidades coralinas.



Distribución de Cobertura de Coral

- > 40% Alta
- 20- 40% Moderada
- > 20% Baja

- 20 Sitios de estudio
- Rios y quebradas
- Area Protegida

Escala 1:735,000



Proyección Universal Transversal de Mercator
 Dato Dato Norte Americano 1927
 Esferoide Clarke 1866 (Norte america), Zona 17
 Fuente Mapas Topograficos, Escala 1:50,000,
 Instituto Geografico Nacional Tommy
 Guardia (I.G.N.T.G).





Figura 3.

Mapa de distribución de la cobertura de coral vivo en comunidades coralinas de la región occidental del Pacífico de Panamá. La cobertura se presenta en tres categorías: alta (> 40%), media (20-40%) y baja (<20%). Se señalan los sitios donde se evaluó cuantitativamente la cobertura de arrecifes coralinos y comunidades coralinas.



(Foto: Alex Schmid-Albatros Media)





The Nature
Conservancy



nature.org

Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.