

## Inventario biológico y estado actual de los arrecifes coralinos a ambos lados del Canal de Panamá

Héctor M. Guzmán & Irene Holst

Smithsonian Tropical Research Institute Apartado 2072, Balboa, Panamá.

(Rec. 16-XII-1993. Acep. 5-VII-1994)

**Abstract:** A decade ago, several studies concluded that the construction of a sea-level canal could have enormous adverse ecological effects on Panamanian coral reefs. It was also recognized that the ecological data available were fragmented and poor, suggesting the need to increase scientific research within the area. Recently, the Panama Canal Commission began considering new alternatives to the existing seaway, with two main options: widening the existing canal and locks or building a new sea-level canal. This study presents data on the area, diversity and reef structure of all reefs at both entrances to the Panama Canal. The total reef area recorded was 204.6 ha (505.4 acres) and 3.9 ha (9.6 acres) for the Caribbean and Pacific, respectively. Forty-eight hermatypic coral species and three hydrocorals were found for the Caribbean Coast, and 14 for the Pacific. In general, all the reefs in the study area are under "chronic" environmental pressure from heavy sedimentation and oil pollution. The low living coral coverage (<6%) and high density of macroalgae (>80%) observed clearly illustrate the intensity, frequency, and diversity of existing impacts in the area. Continued lack of management and protection of the coastal resources will affect the natural recovery of the reefs, and the construction of a new canal may increase the pressure on the coastal zone, triggering large scale, unpredictable ecological changes in reef communities.

**Key words:** Panama Canal, coral reefs, biological inventory.

Los arrecifes coralinos son comunidades complejas construidas por el crecimiento constante de corales, algas coralinas incrustantes, y otros organismos calcáreos. Los arrecifes son habitats importantes en la zona costera tropical, donde forman barreras paralelas a la costa. Estas comunidades originan estructuras sólidas resistentes al oleaje y tormentas, y proporcionan la protección y estabilidad necesarias para evitar o reducir la erosión de la zona litoral. Además, los arrecifes son áreas de pesquerías de subsistencia en el Mar Caribe y Océano Pacífico, con un alto valor económico, cultural y recreacional (UNEP/IUCN 1988, Spurgeon 1992).

La riqueza de organismos del arrecife de coral es comparable con la del bosque tropical lluvioso. Los arrecifes se consideran entre los ecosistemas más productivos y diversos de la tierra (Hatcher 1988, 1990), y posiblemente muchas personas que nunca los han visto o ig-

noran de su utilidad, se han beneficiado de ellas de alguna u otra forma. Actualmente, médicos y farmacólogos estudian la posible utilización de diversos compuestos naturales extraídos del coral para la prevención y tratamiento de enfermedades. Algunos de estos compuestos se emplean como filtro solar, sedantes, en la inducción del parto, y tratamiento de la leucemia. Es importante mencionar que el esqueleto del coral, cuya estructura es similar al hueso humano, se emplea exitosamente en el tratamiento de la artritis reumática (B. Meggitt, comun. pers.).

Los primeros estudios de comunidades coralinas en ambas costas de Panamá se realizaron a comienzos de la década de los setenta (Glynn 1972, Glynn *et al.* 1972, Porter 1972). En esos estudios no se presentó ningún aspecto cuantitativo sobre la distribución, abundancia y diversidad de especies de corales dentro del área que comprende ambas entradas al Canal de Panamá, pero se informó en forma sucinta la distri-

bución de algunos de los arrecifes y comunidades coralinas. En general, el número de especies de coral que se informan en dichos trabajos representan la diversidad total encontrada en ambas costas de Panamá, incluyendo las zonas del país con los arrecifes más diversos y desarrollados (San Blas y Golfo de Chiriquí). Glynn (1982) especuló de forma acertada sobre las posibles interacciones ecológicas a ocurrir entre organismos asociados al arrecife coralino en caso de que ambos océanos se unieran con la construcción de un canal a nivel, concluyendo que la variedad y el nivel de los efectos adversos eran enormes. El reconoció que la información ecológica disponible para esa época era fragmentada y escasa, sugiriendo así la necesidad de incrementar la investigación científica con énfasis en las consecuencias ecológicas de un canal a nivel. Estudios más recientes han revelado nuevas especies de coral para ambas costas de Panamá, algunas de estas representadas en una sola población de pocos individuos (Zlatarski 1990, Weerdt y Glynn 1991, Knowlton *et al.* 1992, Holst y Guzmán 1993, Budd y Guzmán en prep.).

Por un lado, la Comisión del Canal de Panamá está actualmente considerando nuevas alternativas para modernizar la vía acuática. Las dos opciones con mayor apoyo son aparentemente: el ensanchamiento del canal y sus esclusas existentes actualmente, y la construcción de un nuevo canal a nivel. Por otro lado, durante los últimos veinte años las comunidades arrecifales en ambas costas han cambiado notablemente, observándose un deterioro progresivo debido al impacto de ciertos fenómenos naturales (El Niño), y principalmente, a actividades humanas (derrames de petróleo, sedimentación, dragado, etc.) (Glynn 1988, Guzmán *et al.* 1991). Gran parte de los arrecifes cercanos a las entradas del Canal de Panamá se encuentran afectados a consecuencia de la contaminación por petróleo (Guzmán *et al.* 1991, Guzmán y Holst 1993) y metales pesados (Guzmán y Jiménez 1992), además de la sobrepesca y extracción de corales (obs. pers.). Desde comienzos de siglo, los impactos a largo plazo de la construcción, funcionamiento y mantenimiento del Canal de Panamá, conjuntamente con actividades militares, han causado un deterioro progresivo en la zona costera central del Caribe panameño (Guzmán en prep.).

El objetivo principal de este estudio es el inventario de los corales (scleractinia) y arrecifes dentro del área alrededor de las dos entradas al Canal de Panamá. Este comprende tres aspectos básicos para la evaluación de los arrecifes de coral: 1) distribución y área de las plataformas arrecifales y arrecifes coralinos; 2) inventario sobre la diversidad (número de especies) de corales y algunos organismos principales asociados al arrecife (plantas y animales); y 3) cobertura y abundancia relativa de corales y principales organismos sésiles en ciertos arrecifes considerados "típicos" de la región. Es importante notar que la clasificación taxonómica de los organismos que comprenden este estudio está basada en las publicaciones más relevantes dentro de este campo. Sin embargo, existe la posibilidad de que ocurran cambios en la nomenclatura al surgir nuevas especies o redescubrir otras (ver Knowlton *et al.* 1992).

## MATERIAL Y METODOS

### *Area de estudio*

Existen numerosos arrecifes coralinos dentro del área geográfica a la cual se refiere el presente estudio. El área de estudio comprende 89 km y 110 km lineales de costa para el Caribe y Pacífico, respectivamente.

En ambas costas del istmo de Panamá se encuentran arrecifes modernos bien desarrollados con edades que oscilan entre 3000 y 7000 años (Macintyre y Glynn 1976, Glynn y Macintyre 1977). Las comunidades arrecifales en ambos océanos son bastante diferentes en cuanto a su distribución, tamaño, y la abundancia y composición de especies (Glynn 1972, 1982, Porter 1972, 1974). Además, los factores físicos (i.e., cercanía al continente, temperatura del agua, sedimentación) que afectan y en cierto modo limitan el crecimiento y desarrollo arrecifal son muy particulares en ambas costas (Porter 1974, Glynn 1983). El régimen climático estacional es relativamente similar en todo Panamá, pero los arrecifes a ambos lados del istmo son influenciados por cambios climáticos muy pronunciados. El Caribe es afectado mayormente por lluvias, alta sedimentación y vientos fuertes, mientras que el Pacífico es afectado por bajas temperaturas durante el período de afloramiento (Glynn 1972, 1982, Cubit *et al.* 1989).

Los arrecifes de la costa central Caribe de Panamá se caracterizan por formar barreras pa-

rales a la costa, tener una distribución amplia a lo largo de toda la costa, y por desarrollarse hasta los 10 ó 15 m de profundidad (Guzmán *et al.* 1991). Los arrecifes que se encuentran en el sector del Pacífico son también formadores de barreras, aunque pueden formar parches grandes en algunas localidades (Glynn *et al.* 1972). El crecimiento de estos arrecifes está limitado hasta los 6-10 m de profundidad (Glynn *et al.* 1972, Glynn y Stewart 1973), y su distribución dentro del área de estudio (110 km de costa) es bastante pobre.

Históricamente, los arrecifes ubicados en la entrada norte del Canal de Panamá (Caribe) y sus alrededores han sido afectados por diversas actividades antropogénicas. Durante la conquista y colonización española, hace ya cinco siglos, se explotaron los arrecifes de coral de Bahía Limón y Bahía Las Minas para la construcción de las fortalezas de Portobelo. Se estima que se extrajeron más de 100000 m<sup>3</sup> de coral masivo durante ese período (Guzmán y Jiménez en prep.). Sin embargo, es desde 1882 con la construcción del Canal de Panamá y la Ciudad de Cristóbal, cuando la mayor destrucción de arrecifes coralinos comienza a observarse en el área. Entre 1882-1885 y 1904-1907 las compañías francesa y americana excavaron respectivamente alrededor de 20 millones de m<sup>3</sup> y 33 millones de m<sup>3</sup> de coral, arena y sedimentos terrígenos de la Bahía Limón (Noriega 1986). La ciudad de Cristóbal y las bases del terminal del canal se construyeron entre dos arrecifes coralinos al suroeste de la Isla Manzanillo (Rousseau 1916). Entre 1910 y 1916, se construyeron dos rompeolas a la entrada de la Bahía Limón con una extensión de 3.3 km usando alrededor de 2 millones de m<sup>3</sup> de "roca de coral y arena excavada por una draga de succión que trabajaba en Coco Solo...donde el coral se encontraba en toda la costa" (Rousseau 1916). Entre otras cosas, durante el período de 1915 y 1928, y los años de la guerra de 1942-44, las Islas Margarita, Coco Solo, Largo Remo y Galeta las transformaron en penínsulas (Copeland 1964). Cientos de hectáreas de manglar se destruyeron para ser rellenadas con coral, y poder así construir pistas de aterrizaje, barracas, etc. como parte de las instalaciones militares de la zona (Copeland 1964). Más recientemente entre 1958 y 1986, se dragaron más de 5 millones de m<sup>3</sup> de coral de los arrecifes de Payardí y Largo Remo para la construcción de la

Refinería de Panamá, y dos grandes derrames de petróleo ocurrieron en Bahía Las Minas afectando los arrecifes del área (Rützler & Sterrer 1970, Guzmán *et al.* 1991, Guzmán & Holst 1993).

La historia de los arrecifes en la entrada sur del Canal de Panamá (Pacífico) ha sido menos dramática debido a la disponibilidad de materiales de construcción provenientes de la excavación del corte Culebra y otras áreas cercanas (Rousseau 1916). Sin embargo, ambas entradas al canal están constantemente sometidas a una alta sedimentación como consecuencia del dragado de 2 millones de m<sup>3</sup> de sedimento requerido para el mantenimiento de la vía acuática (Noriega 1986). Además, existe la constante descarga de millones de litros de agua con sedimentos (asociados a la deforestación en la cuenca) necesarios durante las operaciones diarias del canal (Bethancourt 1988). A pesar de la alta sedimentación existente en el área y la historia de impactos ambientales que los afecta desde comienzos de siglo, la cobertura promedio de coral en el Caribe era cercana al 27% en 1985 (Guzmán *et al.* 1991), y posiblemente mayor en el Pacífico (Glynn 1984). Actualmente, casi dos tercios de esa cobertura de coral han desaparecido (Guzmán *et al.* 1991).

**Localización y superficie de arrecifes coralinos:** La zona costera que comprende el área de estudio (Fig. 1) se sobrevoló en helicóptero durante el mes de setiembre de 1992. Se observó y localizó en mapas la distribución de las plataformas arrecifales y arrecifes coralinos para ambas costas. Además, durante el vuelo se registró toda actividad de desarrollo humano (i.e., industrias, ciudades, puertos, etc.) que pudieran estar afectando de alguna forma los arrecifes coralinos de la región.

Se emplearon fotografías aéreas a color (escala 1:9000; tomadas por la Comisión del Canal de Panamá entre febrero y abril de 1990) para determinar el área de plataforma arrecifal y arrecifes coralinos en el sector Caribe. El área se digitó directamente de las fotografías aéreas usando un digitalizador Sigma-Scan<sup>TM</sup> (versión 3.90). Las áreas de las plataformas incluyen las lagunas y canales que se encuentran en cada una de ellas. Se sugiere un posible error del 10-15% en la estimación del área debido a cierta dificultad encontrada para delimitar las plata-

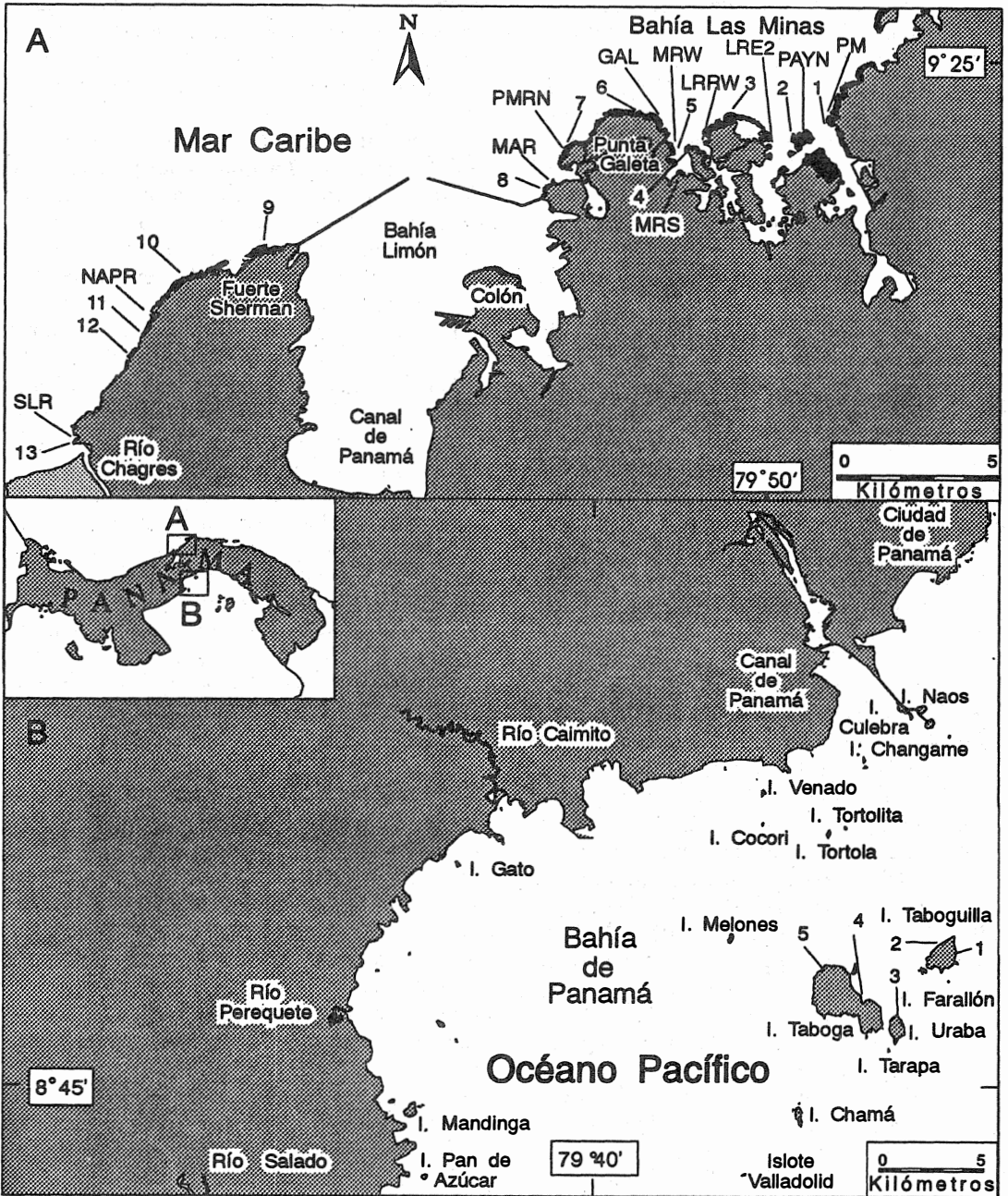


Fig. 1. Mapa del área en el Caribe y Pacífico de Panamá. Números indican las plataformas arrecifales y arrecifes coralinos que se encuentran en el área de estudio, y acrónimos indican arrecifes en donde se midió cobertura de organismos en el Caribe (ver en Cuadro I nombre de arrecifes).

formas (principalmente la cresta del arrecife y lagunas) y arrecifes en sectores de las fotografías donde se presentaban reflejos en el mar y oleaje muy fuerte. Los arrecifes del lado Pacífico

se midieron directamente en el campo usando una cinta métrica, ya que no se disponía de fotografías aéreas del sector insular de Taboga, Urabá y Taboguilla.

Todos los nombres que se emplean en el presente estudio para caracterizar cada arrecife, se obtuvieron de mapas (escala 1:50000) publicados por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (1991), con la finalidad de poder facilitar la ubicación geográfica correcta.

**Reconocimiento inicial de arrecifes:** Las plataformas arrecifales del Caribe se recorrieron a pie durante los períodos de mareas más bajas de los meses de agosto y setiembre de 1992. Se observó la composición de especies de coral y otros organismos sésiles, principalmente macroalgas. Se encontró durante el reconocimiento inicial que no era necesario cuantificar la cobertura de organismos sésiles en este sector del arrecife, ya que estas plataformas están completamente dominadas por macroalgas. En general, todas las plataformas de la región presentan una comunidad sésil relativamente similar a la descrita para Isla Galeta (Cubit 1985, Cubit *et al.* 1986).

Se visitaron todos los arrecifes dentro del área de estudio para hacer una lista de diversidad de especies de coral, y observar la estructura general de los arrecifes. Para esto se empleó equipo "snorkel" o "scuba", nadando a lo largo de toda la costa dentro del área de estudio. En ocasiones, se empleó el método de arrastre "manta" en la cual el observador es arrastrado por un bote a baja velocidad. Este método permite hacer una evaluación cualitativa de áreas más extensas de arrecife, incrementando así la posibilidad de encontrar especies "raras" de coral que normalmente no se observarían usando transectas lineales. El método no es apropiado para estimar cobertura de organismos (Fernández *et al.* 1992).

**Estructura de la comunidad arrecifal:** Posterior al reconocimiento inicial de todos los arrecifes, se seleccionaron los más representativos dentro del área de estudio. Se estimó la cobertura de coral y organismos sésiles más comunes en once arrecifes de la costa Caribe y en tres arrecifes del Pacífico (Fig. 1). Únicamente los corales se clasificaron a nivel de especie. El reconocimiento de la cobertura arrecifal se realizó utilizando cuadrículas de plástico PVC de 1 m<sup>2</sup>, el mismo método empleado en estudios anteriores en la región (Guzmán *et al.* 1991). En cada uno de los arrecifes, se hicieron cuatro transectas perpendiculares a la costa a partir de un punto seleccionado al azar cercano a la cres-

ta del arrecife hasta la base del mismo (máxima profundidad de desarrollo arrecifal). La cuadrícula de 1 m<sup>2</sup> se movilizó a lo largo de cada transecta a intervalos regulares de hasta tres metros, dependiendo de la longitud de la transecta y la topografía del arrecife. Cada transecta constó de 30 m<sup>2</sup> o cuadrículas, para un total de 120 m<sup>2</sup> por arrecife. Las cuadrículas estaban divididas con cuerdas en 100 celdas de 10 x 10 cm. Se estimó la cobertura de cada especie de coral y la cobertura general de otros organismos sésiles en cada una de las celdas.

Para el análisis de la información, las cuadrículas se agruparon en cuatro intervalos de profundidad: 0.5-3 m, >3-6 m, >6-9 m, y >9-12 m. En cada intervalo de profundidad se estimó el promedio de cobertura y el número de especies (de coral) por m<sup>2</sup>.

## RESULTADOS

**Localización y superficie de arrecifes coralinos:** Se encontró un total de 13 plataformas arrecifales de diversos tamaños en el sector Caribe y ninguna plataforma en el sector Pacífico (Fig. 1). El área total de plataforma arrecifal en el Caribe fue de 134.4 Ha (Cuadro 1). Las plataformas de Isla Largo Remo, Isla Galeta, Isla Media Palma, Fuerte Sherman e Isla Brujas fueron las más extensas en la región de estudio (Cuadro 1).

El número de arrecifes coralinos encontrado en el Caribe fue similar al de las plataformas (Fig. 1, Cuadro 1). Muchos de estos arrecifes se encuentran subdivididos en pequeños parches por medio de canales que atraviesan las plataformas. El área total de arrecifes en el Caribe fue de 204.6 Ha, mientras que para el Pacífico fue de tan solo 3.9 Ha (Cuadro 1). Los principales arrecifes del Caribe en cuanto a extensión se refiere fueron los de las Islas Payardí, Largo Remo, Galeta, Media Palma y Brujas (Cuadro 1). El arrecife de Isla Payardí, posiblemente tenía el doble en extensión que la actual, pero fue de este arrecife de donde se excavaron alrededor de cinco millones de m<sup>3</sup> de coral para la construcción de la Refinería de Panamá.

Los arrecifes de la costa Pacífica (Fig. 1, Cuadro 1) se encontraron únicamente en los alrededores de las Islas Taboga, Urabá y Taboguilla. El arrecife de Taboga Noreste (frente al pueblo) fué el más extenso y desarrollado del área con casi 2 Ha, sin embargo, este arrecife

CUADRO 1

Área estimada (Ha) de plataformas arrecifales y arrecifes coralinos con la máxima profundidad (m) de formación arrecifal en el Caribe Central (Punta Muerto-Río Chagres) y Pacífico de Panamá. Número de código se refiere a ubicación en general de plataformas y arrecifes; acrónimos se refiere a arrecifes donde se midió cobertura en el Caribe (ver Fig. 1)

Código	Nombre/acrónimo	Plataformas	Arrecifes/profundidad
Costa Caribe			
1	Punta Muerto/PM	4.8	3.4/9.1
2	Isla Payardí/PAYN	4.1 <sup>1</sup>	48.4/8.1
3	Isla Largo Remo/LRE2, LRRW	22.7	44.2/6.1, 6.2
4	Isla Reina Guapa	4.3	9.2
5	Isla Mina/MRS, MRW	10.9	9.5/6.6, 7
6	Isla Galeta/GAL	19.0	35.0/8.1
7	Isla Media Palma/PMRN	16.8	18.3/10.5
8	Isla Margarita/MAR	4.2	4.9/7.5
9	Fuerte Sherman	15.9	8.1
10	Isla Brujas	23.2	16.2
11	Punta Naranjitos/NAPR	4.5	3.9/7.5
12	Punta Iglesia	4.0	1.4
13	San Lorenzo/SLR	0.0	2.1/10.5
Costa Pacífica <sup>2</sup>			
1	Isla Taboguilla Este <sup>3</sup>		0.0/5.5
2	Isla Taboguilla Noroeste		0.9/6.2
3	Isla Urabá		1.2/6.1
4	Isla Taboga Noreste		1.8/5.5
5	Isla Taboga Noroeste <sup>3</sup>		0.0/5.3

<sup>1</sup> Incluye únicamente plataforma en lado norte, y arrecifes en lados norte y oeste.

<sup>2</sup> No existen plataformas arrecifales.

<sup>3</sup> Comunidades coralinas. No se midió cobertura de coral.

está completamente muerto (ver siguiente sección). Algunas comunidades coralinas, es decir pocas colonias de coral creciendo sobre substrato rocoso, se encontraron en casi todos los alrededores de las islas, incluyendo Islas Farallón, Chamá, Tortola y Melones. No se observaron corales en las islas más cercanas al continente (i.e., Venado, Gato, y el grupo de islas al sur del río Perequete), a pesar de que presentan amplias áreas de substrato rocoso donde el coral podría desarrollarse. Es posible que la alta sedimentación que se produce durante los cambios de mareas sea un factor limitante para el desarrollo normal de arrecifes en esta región.

**Reconocimiento Inicial de Arrecifes:** En esta sección se presentan los listados de especies encontradas en los arrecifes coralinos a lo largo de la costa a ambos lados del istmo dentro del área de estudio. El presente estudio enfatiza únicamente el inventario de corales que conforman el arrecife (Cuadros 2 y 3). Sin em-

bargo, se proporcionan listados preliminares de diversos organismos sésiles (plantas y animales) que viven en asociación con el arrecife de coral (Cuadros 4-6).

La diversidad de corales encontrada para la costa Caribe es tres veces mayor a la del Pacífico. Se encontraron 48 especies de corales hermatípicos y 3 hidrocorales en los arrecifes de la costa Caribe (Cuadro 2), mientras que se observaron 14 especies para el Pacífico (Cuadro 3). Únicamente se encontraron once especies de coral en las plataformas del Caribe (Cuadro 2). Se informa por primera vez la presencia del género *Siderastrea* para el Pacífico Oriental y Occidental, y además una nueva especie para la ciencia (Cuadro 3, Budd y Guzmán en prep.). Se informa también de la posibilidad de dos nuevas especies de *Siderastrea* para el Caribe, que son muy similares a *S. siderea*. En general, se encontraron muchas especies de coral cuya forma es similar a especies ya descritas (i.e., *Pavona*, *Porites*, *Siderastrea*), pero que necesi-

## CUADRO 2

Lista de corales hermatípicos (*Scleractinia* e *Hydrozoa*) del Caribe central (Punta Muerto-Río Chagres) de Panamá (según Holst y Guzmán 1993). Especies observadas en plataformas (\*)

## Clase ANTHOZOA Ehrenberg, 1834

1. *Stephanocoenia intersepta* (Lamarck, 1816)\*
2. *Madracis decactis* (Lyman, 1859)
3. *Madracis mirabilis* (Duchassaing & Michelotti, 1860)
4. *Madracis senaria* (Wells, 1973)
5. *Acropora cervicornis* (Lamarck, 1816)
6. *Acropora palmata* (Lamarck, 1816)
7. *Agaricia agaricites* (Linnaeus, 1758)
8. forma *danaei* Milne Edwards & Haime
9. forma *purpurea* (Lesueur, 1821)
10. forma *humilis* (Verrill)
11. forma *carinata* Wells, 1973
12. *Agaricia tenuifolia* Dana, 1848
13. *Agaricia fragilis* Dana, 1848
14. *Agaricia lamarcki* Milne Edwards & Haime, 1851
15. *Agaricia* sp.\*
16. *Leptoseris cucullata* (Ellis and Solander, 1786)
17. *Siderastrea siderea* (Ellis & Solander, 1786)\*
18. *Siderastrea radians* (Pallas, 1766)\*
19. *Siderastrea* sp.1
20. *Siderastrea* sp.2
21. *Porites porites* (Pallas, 1766)
22. *Porites furcata* Lamarck, 1816\*
23. *Porites divaricata* Lesueur, 1821
24. *Porites astreoides* Lamarck, 1816\*
25. *Porites colonensis* Zlatarski, 1990
26. *Colpophyllia natans* (Houttuyn, 1772)
27. *Colpophyllia breviserialis* Milne Edwards & Haime, 1849
28. *Diploria strigosa* (Dana, 1848)
29. *Diploria clivosa* (Ellis & Solander, 1786)\*
30. *Diploria labyrinthiformis* (Linnaeus, 1758)
31. *Favia fragum* (Esper, 1795)\*
32. *Manicina areolata* Linnaeus, 1758\*
33. *Cladocora arbuscula* (Lesueur, 1821)
34. *Montastrea annularis* (Ellis & Solander, 1786)
35. *Montastrea* sp.
36. *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767)
37. *Solenastrea hyades* (Dana, 1846)
38. *Solenastrea bournoni* Milne Edwards & Haime, 1849
39. *Oculina diffusa* Lamarck, 1816
40. *Meandrina meandrites* (Linnaeus, 1758)
41. *Dichocoenia stockesii* Milne Edwards & Haime, 1848
42. *Isophyllia sinuosa* (Ellis & Solander, 1786)
43. *Isophyllastrea rigida* (Dana, 1848)
44. *Scolymia lacera* (Pallas, 1766)
45. *Scolymia cubensis* (Milne Edwards & Haime, 1849)
46. *Mycetophyllia ferox* Wells, 1973
47. *Mycetophyllia danaana* (Milne Edwards & Haime, 1849)
48. *Mycetophyllia lamarckiana* (Milne Edwards & haime, 1848)

## Clase HYDROZOA Owen, 1843

1. *Millepora alaicornis* Linnaeus, 1758
2. *Millepora complanata* Lamarck, 1816\*
3. *Millepora squarrosa* (Pallas, 1766)

## CUADRO 3

*Lista de especies de corales hermatípicos del Golfo de Panamá. Únicamente encontradas a la entrada del Canal de Panamá*

**Clase ANTHOZOA** Ehrenberg, 1834

1. *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758)
2. *Pocillopora elegans* Dana, 1846
3. *Pocillopora meandrina* Dana, 1846
4. *Pavona clavus* (Dana, 1846)
5. *Pavona gigantea* Verrill, 1869
6. *Pavona varians* Verrill, 1864
7. *Pavona* sp1.
8. *Pavona* sp2.
9. *Psammocora stellata* Verrill, 1866
10. *Psammocora superficialis* Gardiner, 1898
11. *Siderastrea* sp
12. *Porites lobata* Dana, 1846
13. *Porites panamensis* Verrill, 1866
14. *Porites* sp.

## CUADRO 4

*Lista preliminar de corales ahermatípicos del Caribe Central y Pacífico (Bahía de Panamá) de Panamá (según Cairns 1982, Glynn y Wellington 1983, Cortés y Guzmán 1985). Hydrocoral (\*)*

**Costa Caribe**

- Madracis asperula* (Milne Edwards & Haime)  
*Astrangia solitaria* (Lesueur)  
*Phyllangia americana* Milne Edwards & Haime  
*Colangia immersa* Pourtalès  
*Colangia* sp.  
*Balanophyllia* sp.  
*Gardineria* sp1.  
*Gardineria* sp2.  
*Stylaster roseus* (Pallas)\*

**Costa Pacífica**

- Tubastrea coccinea* Lesson  
*Astrangia browni* Palmer  
*Astrangia* sp.  
*Balanophyllia* sp.  
*Phyllangia* sp.  
*Oulangia bradleyi* Verrill  
*Paracyathus humilis* Verrill

tan verificarse ya que existe la posibilidad de tratarse de nuevas especies.

Se encontraron corales ahermatípicos en ambos lados del canal (Cuadro 4). Estos corales crecen en forma críptica debajo de piedras, otros corales, en cuevas, etc., y es posible que existan más especies que las informadas. Este grupo de corales es en general el menos estudiado dada su poca importancia en el formación y desarrollo de la estructura del arrecife.

La lista que aquí se presenta es preliminar, y parece que la diversidad de especies es bastante similar en ambos mares (Cuadro 4). El coral *Tubastrea coccinea* se encontró creciendo abundantemente en las áreas rocosas alrededor de las islas del Pacífico.

La diversidad de octocorales (corales blandos) encontrada es bastante pobre para esta parte del Caribe de Panamá (Cuadro 5). No existe ningún listado previo que sirva de comparación



## CUADRO 5

*Lista preliminar de octocorales del Caribe Central y Pacífico (Bahía de Panamá) de Panamá  
(según Bayer 1961, Muzik 1982, Guzmán y Cortés 1985)*

**Costa Caribe**

*Muriceopsis flavida* (Lamarck)  
*Muricea flavida* (Kükenthal)  
*Eunicea succinea* (Pallas)  
*Eunicea* sp.  
*Briareum asbestinum* (Pallas)  
*Erythropodium caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti)  
*Pterogorgia anceps* (Pallas)  
*Pseudoplexaura flagellosa* (Houttuyn)  
*Pseudopterogorgia acerosa* (Pallas)  
*Gorgonia ventalina* Linnaeus  
*Gorgonia flabellum* Linnaeus

**Costa Pacífica**

*Pacifigorgia* sp.1  
*Pacifigorgia* sp.2  
*Pacifigorgia* sp.3  
*Lophogorgia* sp.1  
*Lophogorgia* sp.2  
*Lophogorgia* sp.3  
*Lophogorgia* sp.4  
*Muricea* sp.1  
*Muricea* sp.2

## CUADRO 6

*Lista preliminar de algas encontradas en plataformas arrecifales y arrecifes coralinos del Caribe Central de Panamá (según  
Taylor 1960, Hillis-Colinvaux 1980, Littler et al. 1989). Los géneros con varias especies (spp.)  
se refieren a dos posibles especies*

**Algas Coralinas Incrustantes**

*Amphiroa* spp.  
*Lithophyllum* spp.  
*Titanoderma* spp.  
*Porolithon pachydermum*  
*Sporolithon* sp.  
*Hydrolithon boergesenii*

**Macroalgas (laminares, filamentosas y calcáreas)**

*Dictyota* spp.  
*Dictyopteris* sp.  
*Sargassum* spp.  
*Lobophora variegata*  
*Acetabularia calyculus*  
*Caulerpa racemosa*  
*Caulerpa cupressoides*  
*Caulerpa sertularioides*  
*Caulerpa verticillata*  
*Spyridia filamentosa*  
*Codium repens*  
*Codium isthmocladium*  
*Chaetomorpha* spp.  
*Ulva* spp.  
*Dictyosphaeria cavernosa*  
*Penicillus capitatus*  
*Acanthofora spicifera*  
*Laurencia papillosa*  
*Gelidiella acerosa*  
*Hypnea musciformis*  
*Hypnea cervicornis*  
*Hypnea spinella*  
*Hypnea* sp.  
*Gracilaria* spp.  
*Ceramium* spp.  
*Amphiroa* spp.  
*Halimeda opuntia*  
*Halimeda tuna*  
*Halimeda discoidea*  
*Halimeda incrasata*  
*Halimeda gigas*  
*Halimeda copiosa*

CUADRO 7

Diversidad de especies de corales hermatípicos (*Scleractinia* y *Hydrozoa*) encontrados en cada arrecife estudiado del Caribe Central de Panamá (código arrecifes según Cuadro 1). Especie presente (+); especie ausente (-)

Especie/Arrecife	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Clase ANTHOZOA</b>											
1. <i>Stephanocoenia intersepta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. <i>Madracis decactis</i>	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
3. <i>Madracis mirabilis</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
4. <i>Madracis senaria</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+
5. <i>Acropora cervicornis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
6. <i>Acropora palmata</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-
7. <i>Agaricia agaricites</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8. <i>formadanai</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9. <i>formapurpurea</i>	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
10. <i>formahumilis</i>	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
11. <i>formacarinata</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
12. <i>Agaricia tenuifolia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13. <i>Agaricia fragilis</i>	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
14. <i>Agaricia lamarcki</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-
15. <i>Agaricia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
16. <i>Leptoseris cucullata</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
17. <i>Siderastrea siderea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18. <i>Siderastrea radians</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19. <i>Siderastrea</i> sp1.	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+
20. <i>Siderastrea</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
21. <i>Porites porites</i>	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-
22. <i>Porites furcata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
23. <i>Porites divaricata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
24. <i>Porites astreoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25. <i>Porites colonensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26. <i>Colpophyllia natans</i>	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-
27. <i>Colpophyllia breviserialis</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-
28. <i>Diploria strigosa</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
29. <i>Diploria clivosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30. <i>Diploria labyrinthiformis</i>	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
31. <i>Favia fragum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32. <i>Manicina areolata</i>	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-
33. <i>Cladocora arbuscula</i>	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
34. <i>Montastrea annularis</i>	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-
35. <i>Montastrea</i> sp.	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-
36. <i>Montastrea cavernosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37. <i>Solenastrea hyades</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+
38. <i>Solenastrea bournoni</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
39. <i>Oculina diffusa</i>	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
40. <i>Meandrina meandrites</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
41. <i>Dichocoenia stockesii</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-
42. <i>Isophyllia sinuosa</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+
43. <i>Isophyllastrea rigida</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
44. <i>Scolymia lacera</i>	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
45. <i>Scolymia cubensis</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-
46. <i>Mycetophyllia ferox</i>	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+
47. <i>Mycetophyllia danaana</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
48. <i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
<b>Clase HYDROZOA</b>											
1. <i>Millepora alcornonis</i>	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
2. <i>Millepora complanata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
3. <i>Millepora squarrosa</i>	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
Total	29	24	38	20	18	23	46	38	30	34	22

con otras áreas, pero se conocen al menos 30 especies para San Blas y Bocas del Toro (Guzmán y Holst en prep.). La especie *Erythropodium caribaeorum* se encontró bastante abundante y ampliamente distribuida en los arrecifes. Para el Pacífico, la situación es más complicada ya que la taxonomía del Pacífico Oriental se comenzó a revisar recientemente. Eso dificulta la identificación correcta de las especies. Se informa preliminarmente de al menos nueve especies de octocorales para el Pacífico (Cuadro 5). En general, los octocorales en el lado Pacífico no se encontraron creciendo en el arrecife, y se observaron más frecuentemente en las zonas rocosas.

Los arrecifes del Caribe son bastante diversos en algas. La mayor parte de las algas aquí informadas se distribuyen tanto en la plataforma arrecifal como en el arrecife. En el Cuadro 6 se presenta un listado preliminar de especies que se observaron creciendo en los arrecifes del Caribe. Un total de 41 especies de macroalgas y 8 especies de algas coralinas incrustantes se identificaron en el campo (Cuadro 6). Sin embargo, se encontró un grupo reducido de especies dominando los diversos habitats; las plataformas estaban dominadas por *Laurencia papillosa*, *Acanthophora spicifera* y el alga calcárea *Halimeda opuntia*, mientras que los arrecifes coralinos presentaban una alta cobertura de *Dictyota* spp., *Caulerpa racemosa*, *Amphiroa* spp. y *Halimeda* spp. Esta última, dominando extensas áreas de arrecifes en Bahía Las Minas. La diversidad de algas en el Pacífico fue notablemente inferior a la del Caribe, encontrándose estos arrecifes dominados (coberturas superiores al 90%) principalmente por algas coralinas incrustantes como *Porolithon* spp. y *Sporolithon pacificum*. Algunas macroalgas como *Enteromorpha prolifera*, *Giffordia* spp. y *Gonio-trichum alsidii* se observaron sobrecreciendo corales muertos, pero no en gran abundancia.

**Estructura de la comunidad arrecifal:** Un total de once arrecifes en el Caribe y tres en el Pacífico (los únicos existentes) se seleccionaron para evaluar la cobertura y abundancia de especies de coral y organismos sésiles más comunes (Cuadro 1, Fig. 1).

**Arrecifes del Mar Caribe:** Los arrecifes coralinos dentro de Bahía Limón (dentro de rompeolas) se visitaron brevemente debido a la

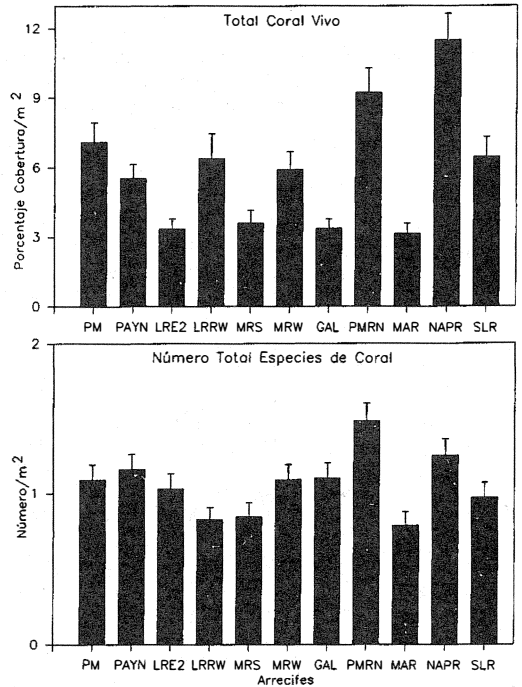


Fig. 2. Porcentaje promedio de cobertura (m<sup>2</sup>) total de coral vivo y número total de especies de coral para cada uno de los arrecifes estudiados en la costa Caribe de Panamá. Las barras indican error estándar. (Ver Figura 1 y Cuadro 1 para localización y acrónimos respectivamente).

alta contaminación (fecal principalmente) observada en el área. Es importante notar que prácticamente existieron arrecifes en toda la costa dentro de la bahía, pero actualmente están completamente muertos. Los sectores este, central y sur de la bahía, los más contaminados, están totalmente cubiertos por algas. Un pequeño arrecife en la punta oeste de Colón, que se visitó por primera vez en 1988, se encontró completamente destruido y cubierto por algas y esponjas. Únicamente se encontraron parches vivos de coral en diversas áreas del sector oeste de Bahía Limón desde Punta Púlpito hasta Punta Toro. Curiosamente, la única población natural de *A. cervicornis* dentro del área de estudio se encontró formando un parche de 12 m<sup>2</sup> al frente de la entrada de Fuerte Sherman. También llama la atención que la única población del octocoral *Pseudopterogorgia acerosa* se observó pocos metros al sur de la entrada a la base militar.

El Cuadro 8 presenta la distribución de cada especie de coral en cada uno de los arrecifes es-

CUADRO 8

Porcentaje promedio de cobertura ( $m^2$ ) de las especies de coral más comunes, total coral vivo, y número de especies, por arrecife (ver Cuadro 1) y profundidad (m) en la costa Central del Caribe de Panamá. Corales comunes definidos arbitrariamente según Guzmán et al. (1991). Error estándar entre paréntesis

Especie	Profundidad	PM	PAYN	LRE2	LRRW	MRS	MRW	GAL	PMRN	MAR	NAPR	SLR
<i>Acropora palmata</i>	0.5-3	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.02 (0.02)	0.10 (0.07)	0.11 (0.11)	0.43 (0.31)	0.00 (0.00)
	>3-6	0.02 (0.02)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.41 (0.41)	0.00 (0.00)	0.18 (0.18)	0.00 (0.00)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
<i>Agaricia agaricites</i>	0.5-3	0.21 (0.12)	0.19 (0.10)	0.18 (0.10)	0.06 (0.06)	0.06 (0.04)	0.05 (0.03)	0.09 (0.05)	0.13 (0.09)	0.26 (0.14)	0.00 (0.00)	0.12 (0.06)
	>3-6	0.16 (0.13)	0.07 (0.05)	0.13 (0.09)	0.13 (0.08)	0.10 (0.06)	0.08 (0.07)	0.00 (0.00)	0.08 (0.08)	0.05 (0.05)	0.24 (0.15)	0.00 (0.00)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.42 (0.29)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
<i>Agaricia tenuifolia</i>	0.5-3	0.97 (0.49)	0.76 (0.30)	0.45 (0.17)	0.00 (0.00)	0.10 (0.07)	0.16 (0.10)	0.49 (0.23)	0.92 (0.30)	0.13 (0.13)	0.17 (0.12)	0.10 (0.07)
	>3-6	0.72 (0.36)	0.55 (0.24)	0.36 (0.22)	0.11 (0.11)	0.28 (0.16)	0.44 (0.26)	0.35 (0.15)	0.78 (0.41)	0.58 (0.26)	0.70 (0.33)	0.00 (0.00)
	>6-9	0.68 (0.68)	0.16 (0.16)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.25 (0.25)	0.33 (0.23)	0.08 (0.08)	0.34 (0.20)
	>9-12	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	1.67 (1.17)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.25 (0.25)
<i>Colpophyllia natans</i>	0.5-3	0.00 (0.00)	0.25 (0.25)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.06 (0.06)	0.00 (0.00)	0.07 (0.07)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
	>3-6	0.68 (0.48)	0.48 (0.48)	0.08 (0.08)	0.00 (0.00)	0.24 (0.24)	0.34 (0.34)	0.21 (0.21)	0.28 (0.28)	0.00 (0.00)	0.27 (0.27)	0.00 (0.00)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	1.26 (0.91)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
<i>Diploria clivosa</i>	0.5-3	3.07 (0.84)	2.25 (0.61)	1.04 (0.30)	0.96 (0.29)	0.39 (0.16)	0.88 (0.34)	1.00 (0.36)	2.09 (0.52)	1.68 (0.64)	6.69 (1.40)	2.01 (0.71)
	>3-6	0.34 (0.27)	0.20 (0.14)	0.03 (0.03)	0.19 (0.19)	0.00 (0.00)	0.20 (0.12)	0.36 (0.18)	0.28 (0.28)	0.26 (0.26)	0.90 (0.56)	1.42 (0.64)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.20 (0.20)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.11 (0.11)
<i>Diploria strigosa</i>	0.5-3	0.00 (0.00)	0.30 (0.18)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.06 (0.06)	0.04 (0.04)	0.24 (0.14)	0.09 (0.09)	0.06 (0.06)	0.00 (0.00)
	>3-6	0.57 (0.40)	0.12 (0.12)	0.33 (0.22)	0.03 (0.03)	0.03 (0.03)	0.08 (0.08)	0.40 (0.26)	0.28 (0.20)	0.00 (0.00)	0.48 (0.29)	0.00 (0.00)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.24 (0.24)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
<i>Montastrea cavernosa</i>	0.5-3	0.12 (0.12)	0.00 (0.00)	0.16 (0.16)	0.00 (0.00)	0.03 (0.03)	0.00 (0.00)	0.13 (0.09)	0.11 (0.11)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
	>3-6	0.26 (0.18)	0.73 (0.41)	0.09 (0.09)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.15 (0.10)	0.45 (0.41)	0.06 (0.06)	0.00 (0.00)	0.76 (0.47)	0.00 (0.00)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.18 (0.18)	0.31 (0.23)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.28 (0.22)
	>9-12	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	1.04 (1.04)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)

Continúa

Especie	Profundidad	PM	PAYN	LRE2	LRRW	MRS	MRW	GAL	PMRN	MAR	NAPR	SLR
<i>Porites astreoides</i>	0.5-3	1.33 (0.32)	0.56 (0.19)	0.45 (0.13)	0.32 (0.11)	0.37 (0.11)	0.59 (0.17)	0.53 (0.16)	0.86 (0.19)	0.59 (0.20)	0.73 (0.19)	0.45 (0.19)
	>3-6	0.58 (0.27)	0.73 (0.22)	0.25 (0.09)	0.53 (0.20)	0.54 (0.18)	0.73 (0.22)	0.38 (0.13)	0.96 (0.30)	0.39 (0.17)	0.61 (0.21)	0.63 (0.24)
	>6-9	0.25 (0.25)	0.50 (0.24)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.21 (0.13)	0.20 (0.20)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.25 (0.14)
	>9-12	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.08 (0.08)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
<i>Porites furcata</i>	0.5-3	0.05 (0.05)	0.03 (0.02)	0.10 (0.06)	4.33 (1.22)	0.13 (0.05)	0.17 (0.06)	0.05 (0.05)	0.22 (0.09)	0.31 (0.16)	0.02 (0.02)	0.03 (0.03)
	>3-6	0.28 (0.20)	0.20 (0.11)	0.07 (0.04)	4.05 (2.09)	0.08 (0.05)	0.22 (0.18)	0.28 (0.18)	0.18 (0.08)	0.17 (0.09)	0.02 (0.02)	0.07 (0.07)
	>6-9	0.14 (0.14)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.20 (0.20)	0.00 (0.00)	0.29 (0.24)	0.33 (0.27)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
	>9-12	0.35 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
<i>Porites colonensis</i>	0.5-3	0.01 (0.01)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.01 (0.01)	0.03 (0.03)	0.00 (0.00)	0.04 (0.04)	0.03 (0.03)	0.06 (0.04)	0.03 (0.03)
	>3-6	0.15 (0.08)	0.00 (0.00)	0.25 (0.09)	0.00 (0.00)	0.03 (0.02)	0.04 (0.03)	0.04 (0.03)	0.12 (0.07)	0.09 (0.08)	0.32 (0.12)	0.08 (0.06)
	>6-9	0.18 (0.14)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	1.15 (0.71)	0.03 (0.03)	0.14 (0.10)	0.19 (0.13)	0.63 (0.57)	0.58 (0.27)
	>9-12	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.46 (0.37)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
<i>Siderastrea siderea</i>	0.5-3	2.22 (1.03)	0.92 (0.47)	1.11 (0.42)	0.32 (0.16)	1.52 (0.52)	2.77 (0.84)	0.06 (0.04)	4.78 (1.29)	0.14 (0.11)	3.15 (1.00)	2.99 (1.03)
	>3-6	1.49 (0.61)	1.62 (0.65)	0.52 (0.33)	0.25 (0.18)	3.20 (1.00)	4.23 (1.07)	1.26 (0.51)	4.20 (1.70)	0.73 (0.42)	6.70 (1.59)	3.33 (1.06)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.79 (0.58)	0.00 (0.00)	3.25 (3.25)	0.00 (0.00)	0.20 (0.20)	0.59 (0.42)	3.88 (1.81)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	4.88 (1.53)
	>9-12	1.25 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
Total Corales	0.5-3	8.48 (1.38)	6.33 (0.97)	4.03 (0.70)	6.76 (1.22)	3.08 (0.63)	5.10 (0.95)	2.87 (0.49)	10.13 (1.59)	3.93 (0.76)	12.29 (1.67)	6.58 (1.58)
	>3-6	6.54 (1.34)	6.07 (1.01)	2.71 (0.52)	5.89 (2.06)	4.68 (1.06)	7.41 (1.33)	4.23 (0.81)	8.50 (1.91)	2.72 (0.64)	12.39 (1.68)	5.86 (1.40)
	>6-9	4.66 (1.43)	2.62 (0.81)	0.00 (0.00)	3.88 (3.88)	0.08 (0.08)	2.31 (1.04)	3.12 (0.97)	9.47 (2.32)	2.00 (0.68)	2.33 (1.04)	7.46 (1.61)
	>9-12	1.60 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	4.43 (2.14)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.25 (0.25)
Número Especies	0.5-3	1.13 (0.15)	1.20 (0.15)	1.18 (0.15)	0.89 (0.11)	0.78 (0.12)	0.92 (0.14)	0.98 (0.14)	1.63 (0.20)	0.91 (0.14)	1.20 (0.14)	1.05 (0.18)
	>3-6	1.00 (0.16)	1.31 (0.16)	0.90 (0.13)	0.73 (0.11)	1.00 (0.16)	1.31 (0.16)	1.27 (0.18)	1.30 (0.20)	0.67 (0.12)	1.44 (0.18)	0.85 (0.15)
	>6-9	1.18 (0.26)	0.77 (0.19)	0.00 (0.00)	1.00 (1.00)	0.33 (0.33)	1.20 (0.37)	1.11 (0.23)	1.45 (0.28)	0.75 (0.23)	0.70 (0.26)	1.06 (0.18)
	>9-12	2.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	1.33 (0.61)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.33 (0.33)

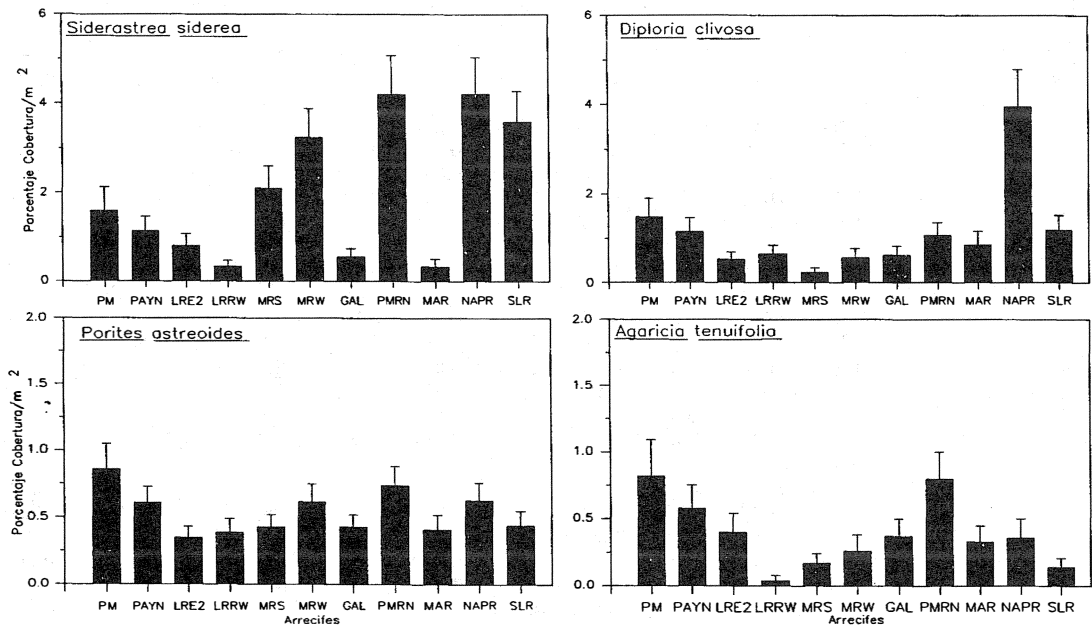


Fig. 3. Porcentaje promedio de cobertura ( $m^2$ ) de las cuatro especies de coral formadoras de arrecifes más importantes para cada uno de los arrecifes estudiados en la costa del Caribe de Panamá. Nótese que las escalas de porcentajes son diferentes. Las barras indican error estándar. (Ver Fig. 1 y Cuadro 1 para localización y acrónimos respectivamente).

tudiados del Caribe. Las principales especies constructoras de arrecifes, como son *Porites furcata*, *P. astreoides*, *Siderastrea siderea*, *S. radians*, *Diploria strigosa*, *D. clivosa*, *Agaricia agaricites* y *A. tenuifolia*, están ampliamente distribuidas en la región central del Caribe (Cuadro 7). Llama la atención la escasez de *Acropora* spp. en la región. *Acropora cervicornis* se encontró en el arrecife de Galeta (#7), pero se conoce que la especie fue introducida como parte de un experimento. Se encontró una diversidad de corales relativamente alta en los arrecifes de Punta Naranjitos (#10) y San Lorenzo (#11) (Cuadro 7, Fig. 1). La cobertura total de coral vivo y el número de especies de coral/ $m^2$  fueron relativamente bajos en todos los arrecifes, encontrándose los promedios más altos (>8%) en los arrecifes de Media Palma y Punta Naranjitos (Fig. 2). *Siderastrea siderea*, la principal especie de coral constructora de arrecifes en esta región del Caribe, presentó coberturas superiores al 5% únicamente en tres de los once arrecifes estudiados (Fig. 3). Otras tres especies importantes, *D. clivosa*, *P. astreoides* y *A. tenuifolia*, presentaron coberturas bastantes homogéneas entre los arreci-

fes. *Diploria clivosa* se encontró abundante en el arrecife de Punta Naranjitos (Fig. 3). La cobertura de las especies de coral más comunes para cada arrecife varió notablemente con respecto a la profundidad, encontrándose una mayor cobertura en zonas menos profundas (Cuadro 8). *Acropora palmata* estuvo ausente en muchos arrecifes, observándose las coberturas más altas en los arrecifes de Media Palma y Punta Naranjitos.

Con respecto a la cobertura de otros organismos animales sésiles, se encontró generalmente promedios por arrecife no mayores del 1.5% de octocorales, hidrocorales (*Millepora* spp.) y zoántidos (*Palythoa* spp. principalmente) (Figs. 4 y 5). En general, se observó menor cobertura de estos organismos en los arrecifes localizados en la región central de Bahía Las Minas. Sin embargo, el grupo de las esponjas presentó coberturas que oscilaban entre 0.5-4% (Fig. 5), comparables o superiores a la cobertura total de corales de algunos arrecifes (ver Fig. 2). La esponja *Cliona* spp. la cual es considerada como destructora de arrecifes (Hein y Risk 1975), se observó en toda el área de arrecifes del Caribe. La cobertura de estos animales sésiles para ca-

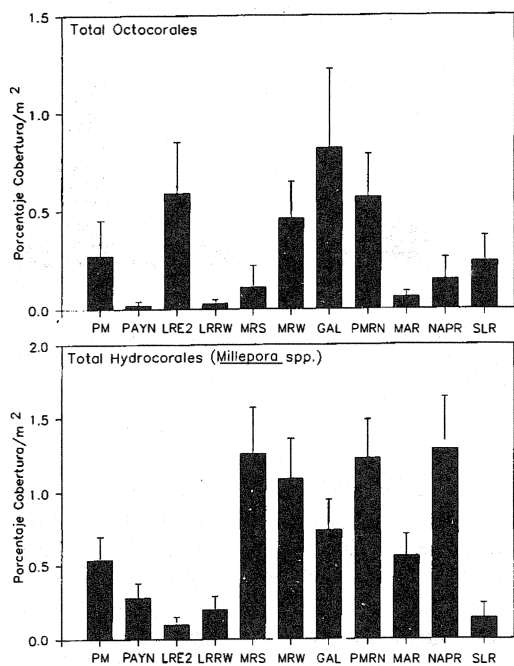


Fig. 4. Porcentaje promedio de cobertura (m<sup>2</sup>) total de octocorales e hidrocorales para cada uno de los arrecifes estudiados en la costa Caribe de Panamá. Nótese que las escalas de porcentajes son diferentes. Las barras indican error estándar. (Ver Fig. 1 y Cuadro 1 para localización y acrónimos respectivamente).

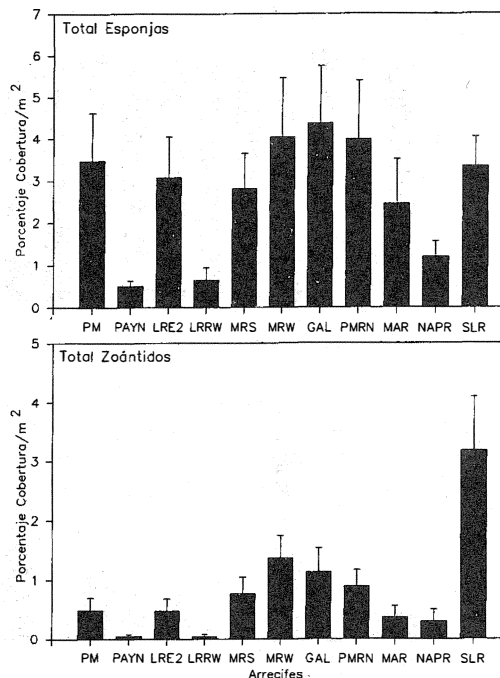


Fig. 5. Porcentaje promedio de cobertura (m<sup>2</sup>) total de esponjas y zoántidos para cada uno de los arrecifes estudiados en la costa Caribe de Panamá. Nótese que las escalas de porcentajes son diferentes. Las barras indican error estándar. (Ver Fig. 1 y Cuadro 1 para localización y acrónimos respectivamente).

da profundidad se da como referencia en el Cuadro 9.

El grupo de las macroalgas fue el más abundante, presentando coberturas mayores al 80% para todos los arrecifes estudiados (Fig. 6). Las algas coralinas incrustantes ocuparon una cobertura mayor al 2% en la mayoría de los arrecifes, llegando a alcanzar coberturas mayores al 10% en los arrecifes de Largo Remo Oeste y San Lorenzo (Fig. 6). En el Cuadro 9 se observa la distribución de las algas de acuerdo a cada profundidad. Nótese que la cobertura de macroalgas varió entre el 56% y 95% a diferentes profundidades. Las algas coralinas incrustantes presentaron un patrón de cobertura más errático, con tendencias a dominar en áreas cercanas a la cresta (aguas superficiales) de algunos arrecifes, mientras que en otros dominaban la áreas del talud a profundidades mayores a los 5 metros (Cuadro 9). Normalmente, las algas incrustantes fueron abundantes en áreas del talud arrecifal que presentaban una alta densidad de erizos.

En resumen, se podría afirmar que para toda la región central del Caribe de Panamá los arrecifes coralinos están actualmente dominados en más de un 80% por macroalgas, seguido por los corales (Fig. 7). Otros organismos sésiles presentaron coberturas de 0.3-4% (Fig. 7). Además, se encontró que la cobertura mayor de coral vivo (todas las especies juntas), octocorales, hidrocorales (*Millepora* spp.) y zoántidos, y el número de especies de coral, fue mayor hasta los 6 m de profundidad, declinando gradualmente hacia la base de los arrecifes (Fig. 8). Esponjas y zoántidos presentaron un patrón similar, sin embargo, las macroalgas y algas incrustantes dominaron casi hasta la base del arrecife (Fig. 9).

**Arrecifes del Océano Pacífico:** Se encontró coral creciendo aisladamente en diversos puntos alrededor de las Islas Taboguilla, Urabá y Taboga. Únicamente cinco lugares presentaron un número considerable de colonias, o una verdadera estructura arrecifal. Dos de estos lugares, Taboguilla Este y Taboga Noroeste (ver

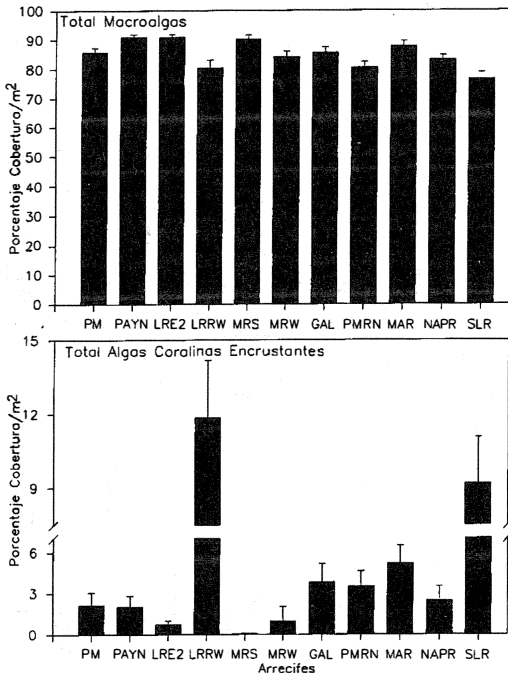


Fig. 6. Porcentaje promedio de cobertura ( $m^2$ ) total de macroalgas y algas coralinas para cada uno de los arrecifes estudiados en la costa Caribe de Panamá. Nótese que las escalas de porcentajes son diferentes. Las barras indican error estándar. (Ver Fig. 1 y Cuadro 1 para localización y acrónimos respectivamente).

Cuadro 1, Fig. 1), presentaron una alta diversidad de especies pero no formando arrecifes propiamente dichos. Es decir, formando parches inferiores a los  $200 m^2$  de superficie con colonias de diversos tamaños creciendo sobre roca o fondo arenoso. Las especies encontradas están listadas en el Cuadro 10. Es importante señalar, que la mayor diversidad de especies se encontró en esos parches de coral que en los verdaderos arrecifes (Cuadro 10).

Los verdaderos arrecifes encontrados, es decir donde se observó una estructura sólida del coral *Pocillopora damicornis*, fueron ubicados en Taboguilla Noroeste, Urabá y Taboga Noroeste (ver Cuadro 1, Fig. 1). La especie *P. damicornis* es la principal o prácticamente la única constructora de arrecifes en el Pacífico de Panamá (Glynn *et al.* 1972, Glynn y Stewart 1973). Posiblemente antes de la destrucción de arrecifes asociada a el fenómeno de El Niño de 1982-1983, estos tres arrecifes presentaban coberturas de *P. damicornis* superiores al 90%. Sin embargo, durante el presente estudio se en-

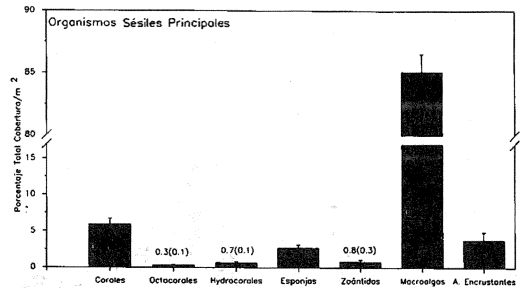


Fig 7. Porcentaje promedio regional (n= 11 arrecifes) de cobertura ( $m^2$ ) total de los principales organismos sésiles en la costa Caribe de Panamá. Las barras indican error estándar.

contró coberturas inferiores al 0.5% en los arrecifes de Taboguilla y Taboga. Ciertas especies de coral se observaron creciendo sobre la estructura arrecifal muerta de estos dos arrecifes (ver Cuadro 10), pero debido a lo aislado de estas colonias en un área tan grande (0.9-1.8 Ha respectivamente; ver Cuadro 1), no se detectaron en ninguna de las cuatro transectas realizadas en cada uno de los arrecifes. La cobertura encontrada en las transectas fue de un 100% de algas coralinas incrustantes. Por otro lado, el arrecife de Urabá, intermedio en tamaño con respecto a los anteriores, presentó una cobertura superior al 20% de *P. damicornis* e inferior al 2% para *Pavona clavus* y *Psammocora* spp. (Fig. 10). Es importante enfatizar que en este pequeño parche arrecifal se encuentra la única población del coral *Siderastrea* sp. (Cuadro 10) en todo el Pacífico Oriental y Occidental, y está compuesta de cuatro individuos solamente (Budd & Guzmán en prep.).

DISCUSION

Los corales encontrados dentro del área que comprende el presente estudio representa un 53% y 82% de la diversidad total informada para el Caribe y Pacífico de Panamá, respectivamente (Holst y Guzmán 1993). De igual forma se estima que la diversidad de octocorales en el área de estudio del Caribe no representa más de un 30% de las especies conocidas para el resto del país (Guzmán y Holst en prep.).

En general, las principales especies formadoras de arrecifes del Caribe están presentes dentro del área de estudio. La ausencia de las especies restantes dentro del área del Caribe



## CUADRO 9

Porcentaje promedio de cobertura (m<sup>2</sup>) de los organismos sésiles más comunes, por arrecife (ver Cuadro 1) y profundidad (m) en la costa Central del Caribe de Panamá. Error estándar entre paréntesis

Grupo	Profundidad	PM	PAYN	LRE	LRRW	MRS	MRW	GAL	PMRN	MAR	NAPR	SLR
Octocorales	0.5-3	0.57 (0.40)	0.04 (0.04)	0.47 (0.33)	0.02 (0.02)	0.18 (0.18)	0.76 (0.34)	0.84 (0.42)	0.76 (0.38)	0.00 (0.00)	0.21 (0.19)	0.37 (0.29)
	>3-6	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.72 (0.42)	0.05 (0.05)	0.00 (0.00)	0.09 (0.06)	0.81 (0.56)	0.56 (0.40)	0.16 (0.13)	0.09 (0.09)	0.33 (0.26)
	>6-9	0.12 (0.12)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.75 (0.75)	0.21 (0.21)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
Millepora spp.	0.5-3	0.77 (0.31)	0.38 (0.19)	0.00 (0.00)	0.23 (0.13)	0.60 (0.20)	1.54 (0.44)	0.56 (0.26)	1.20 (0.41)	0.38 (0.18)	1.32 (0.52)	0.02 (0.02)
	>3-6	0.42 (0.17)	0.29 (0.15)	0.20 (0.09)	0.15 (0.12)	2.39 (0.73)	0.56 (0.26)	1.20 (0.48)	1.28 (0.40)	0.78 (0.28)	1.13 (0.49)	0.18 (0.15)
	>6-9	0.22 (0.18)	0.03 (0.03)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.40 (0.40)	0.34 (0.20)	1.46 (0.76)	0.55 (0.38)	1.88 (1.33)	0.26 (0.12)
	>9-12	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.33 (0.33)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
Esponjas	0.5-3	2.34 (0.93)	0.46 (0.18)	4.05 (1.73)	0.88 (0.46)	2.40 (1.01)	5.46 (2.33)	6.67 (2.46)	6.12 (2.85)	4.25 (2.25)	0.90 (0.46)	3.01 (1.46)
	>3-6	5.48 (2.56)	0.35 (0.19)	2.13 (0.93)	0.15 (0.11)	3.37 (1.60)	2.39 (1.44)	2.83 (1.71)	2.74 (1.06)	1.11 (0.80)	1.70 (0.67)	3.28 (1.16)
	>6-9	1.35 (0.90)	0.95 (0.40)	1.25 (0.00)	3.75 (3.75)	4.50 (2.67)	1.20 (0.83)	0.24 (0.24)	1.33 (1.15)	0.58 (0.58)	0.85 (0.57)	3.76 (1.09)
	>9-12	1.75 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.21 (0.21)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	3.83 (2.10)
Zoántidos	0.5-3	0.95 (0.46)	0.08 (0.06)	0.78 (0.39)	0.06 (0.06)	1.22 (0.45)	1.26 (0.51)	1.91 (0.76)	1.20 (0.49)	0.52 (0.35)	0.52 (0.37)	3.88 (1.37)
	>3-6	0.16 (0.10)	0.00 (0.00)	0.18 (0.13)	0.00 (0.00)	0.12 (0.07)	1.65 (0.64)	0.48 (0.34)	0.81 (0.49)	0.30 (0.25)	0.00 (0.00)	4.22 (2.30)
	>6-9	0.00 (0.00)	0.03 (0.03)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.39 (0.24)	0.11 (0.11)	0.25 (0.25)	1.47 (0.79)
Macroalgas	0.5-3	84.02 (2.06)	88.40 (1.81)	89.05 (1.88)	77.48 (3.67)	92.33 (1.36)	84.43 (2.77)	82.92 (3.10)	79.41 (3.08)	86.96 (2.71)	81.68 (2.30)	72.15 (4.36)
	>3-6	85.32 (3.09)	92.95 (1.07)	92.76 (1.18)	84.77 (3.29)	86.97 (2.76)	86.14 (2.24)	86.27 (2.90)	84.51 (2.30)	86.99 (2.86)	82.59 (2.57)	73.86 (4.73)
	>6-9	92.09 (2.13)	94.72 (1.15)	92.95 (0.00)	92.38 (0.13)	89.75 (8.22)	60.19 (21.92)	93.11 (1.92)	82.78 (3.10)	91.90 (4.02)	94.38 (2.06)	82.85 (2.48)
	>9-12	96.65 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	56.54 (18.83)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	95.92 (2.14)
Algas Coralinas Incrustantes	0.5-3	2.65 (1.55)	3.62 (1.63)	0.79 (0.36)	14.40 (3.46)	0.08 (0.06)	1.45 (0.70)	4.22 (2.07)	1.18 (0.53)	3.61 (1.48)	3.07 (1.73)	13.92 (3.73)
	>3-6	1.87 (1.42)	0.90 (0.45)	0.72 (0.37)	8.22 (2.46)	0.00 (0.00)	0.36 (0.29)	4.18 (2.45)	1.51 (0.67)	7.27 (2.84)	2.09 (1.34)	12.19 (3.83)
	>6-9	1.56 (0.88)	0.27 (0.19)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	1.68 (1.01)	3.35 (1.85)	4.86 (3.39)	0.33 (0.32)	1.21 (0.69)
	>9-12	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	37.90 (17.55)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)

CUADRO 10

Diversidad de especies de corales hermatípicos (*Scleractinia* y *Hydrozoa*) encontrados en cada arrecife estudiado de la Bahía de Panamá, Pacífico de Panamá (código arrecifes según Cuadro 1). Especie presente (+); especie ausente (-)

Especie/Arrecife	1	2	3	4	5
<b>Clase ANTHOZOA</b>					
1. <i>Pocillopora damicornis</i>	+	+	+	+	+
2. <i>Pocillopora elegans</i>	+	-	-	-	+
3. <i>Pocillopora meandrina</i>	+	-	-	-	-
4. <i>Pavona clavus</i>	+	-	+	+	+
5. <i>Pavona gigantea</i>	-	-	+	+	+
6. <i>Pavona varians</i>	+	-	-	+	+
7. <i>Pavona</i> sp1.	+	-	+	-	+
8. <i>Pavona</i> sp2.	+	-	-	-	-
9. <i>Psammocora stellata</i>	-	-	+	-	+
10. <i>Psammocora superficialis</i>	+	-	+	-	+
11. <i>Siderastrea</i> sp.	-	-	+	-	-
12. <i>Porites lobata</i>	+	-	+	+	+
13. <i>Porites panamensis</i>	+	+	+	+	+
14. <i>Porites</i> sp.	-	+	-	-	+
Total	10	3	9	6	11

(47%) se podría explicar de la siguiente forma: primero, los arrecifes no se extienden a profundidades mayores de 10-12 m, mientras que en otros lugares de Panamá (i.e., San Blas) estos llegan hasta más de 40 m de profundidad; segundo, el impacto ambiental que comenzó hace casi un siglo dentro del área de estudio, no ha ocurrido en otras regiones del país; y tercero, los arrecifes del área de estudio se encuentran actualmente bajo una presión ambiental "crónica" como consecuencia directa de la alta sedimentación, dragado y contaminación por petróleo (ver Guzmán *et al.* 1991, Guzmán y Holst 1993, Guzmán en prep.). El primer punto podría explicar la ausencia de ciertas especies que utilizan habitats muy específicos, pero no la mayoría, mientras que los últimos dos puntos parecen ser la explicación más aceptable. Por ejemplo, la especie de coral *Acropora palmata* desapareció prácticamente dentro del sector de Bahía Las Minas después del derrame de petróleo de 1986 (Guzmán *et al.* 1991). El coral *Porites furcata*, importante constructor de arrecifes dentro de Bahía Las Minas, únicamente se encontró creciendo "saludablemente" en el arrecife de Largo Remo Oeste (LRRW). Además, todos los arrecifes dentro de Bahía Limón fueron destruidos durante la construcción y operación del Canal de Panamá, afectando inclusive extensas áreas de arrecifes coralinos a

varios kilómetros de distancia (Guzmán en prep.). La baja cobertura de coral vivo (<6%) y la abundancia de macroalgas (>80%) encontrada en todos los arrecifes (Fig. 7) demuestran claramente la magnitud de los diversos impactos ocurridos en el área desde hace mucho tiempo, y definitivamente las operaciones de construcción, funcionamiento y mantenimiento del Canal de Panamá han causado un gran impacto a largo plazo en la región Caribe (Guzmán en prep.).

Para el Pacífico, la diversidad de especies es comparable con el resto del país y de todo el Pacífico Oriental. Aunque no está documentado de forma cuantitativa, se conoce que los arrecifes coralinos del sistema insular Taboga-Taboguilla fueron afectados durante el fenómeno de El Niño de 1982-1983, el cual causó mortalidades masivas de corales de hasta un 90% en muchos de los arrecifes de las Islas Perlas y el Golfo de Chiriquí (Glynn 1984). Además, los arrecifes de ese sector han sido objeto recientemente de extracciones masivas de coral para ser vendidos en el exterior: se asume que esta actividad está discontinuada. En la Isla Urabá está el único arrecife viviente en el área. Además, en este arrecife se descubrió la única población del género *Siderastrea* conocida para todo el Pacífico Oriental y Occidental (Budd & Guzmán en prep.). Dicho géne-

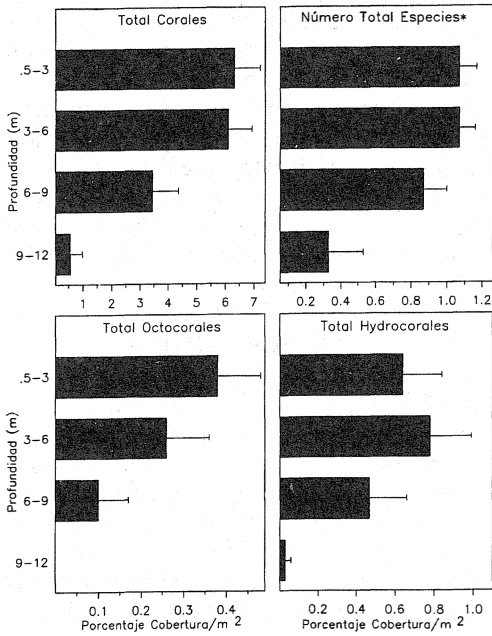


Fig. 8. Porcentaje promedio regional (n= 11 arrecifes) de cobertura (m<sup>2</sup>) total de corales, número total de especies de coral, octocorales e hidrocorales por profundidad (m) en la costa del Caribe de Panamá. Nótese que las escalas de porcentajes son diferentes. Las barras indican error estándar. \* indica total de especies, no porcentaje.

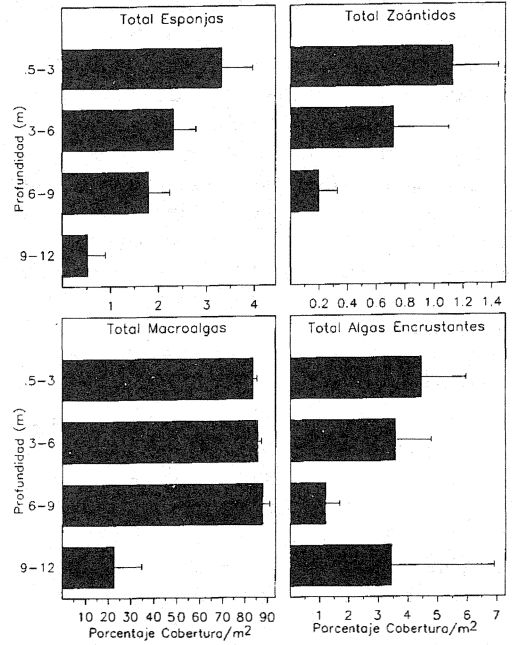


Fig. 9. Porcentaje promedio regional (n= 11 arrecifes) de cobertura (m<sup>2</sup>) total de esponjas, zoántidos, macroalgas y algas incrustantes por profundidad en la costa del Caribe de Panamá. Nótese que las escalas de porcentajes son diferentes. Las barras indican error estándar.

ro se conoce únicamente para el Mar Caribe, Mar Rojo y Océano Indico (Veron 1986).

En términos generales, se puede decir que los arrecifes a ambos lados del Canal de Panamá no se encuentran en buenas condiciones. Es notable que la falta de manejo y protección de la zona costera en esta región de Panamá, ha repercutido de forma irreversible en los recursos del arrecife. La recuperación de estos arrecifes está condicionada en su totalidad al establecimiento de nuevas poblaciones dentro del área (*sensu* Guzmán *et al.* 1991). Para que esto ocurra es necesario que al menos algunas de las presiones ambientales “crónicas” que afectan la región sean controladas, o en algunos casos eliminadas por completo. Es importante considerar que en la región central del país es donde se encuentra el mayor desarrollo industrial y urbano de Panamá, lo cual hace el área más susceptible a futuros impactos. La falta de manejo y protección de estos recursos por más tiempo, tanto en el área del presente estudio como en otras zonas de la República de Panamá (i.e.,

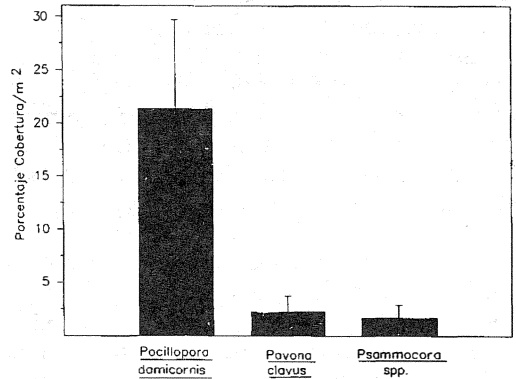


Fig. 10. Porcentaje promedio de cobertura (m<sup>2</sup>) de *Pocillopora damicornis*, *Pavona clavus* y *Psammocora* spp. para el arrecife de Isla Urabá, Pacífico de Panamá. Las barras indican error estándar.

Golfo de Chiriquí, Bocas del Toro y San Blas), impedirá la recuperación natural de estos arrecifes.

Es necesario que se entienda claramente cual es el valor de estos arrecifes en la sociedad: su utilidad va más allá de la protección de

costas o de ser áreas de pesquería sostenida y recreación. Su aplicación en el tratamiento de muchas enfermedades de este siglo aumenta el uso potencial del recurso al mismo tiempo que aumenta su valor económico.

Cualquiera que sea la alternativa más viable al Canal de Panamá, debe considerarse el estado actual en que se encuentran los arrecifes coralinos dentro y fuera del área de estudio. Si la salinidad o la tasa de sedimentación dentro del canal cambian como consecuencia de la deforestación de la cuenca, ensanchamiento del canal, o construcción de un canal a nivel, podría esperarse una reducción en la cobertura de coral a niveles críticos, o la destrucción total de los arrecifes. Los efectos de cualquier alternativa al canal, no deben medirse solamente dentro del área de estudio actual. Se debe considerar la protección de otras áreas adyacentes que eventualmente servirían como centros de dispersión de larvas de coral hacia las zonas ya afectadas.

**Recomendaciones:** 1) Es de vital importancia promover la valoración de los recursos de estos arrecifes al igual que el de otras comunidades costeras como el manglar, con el fin de proteger las áreas más sensitivas que pueden ser y están siendo afectadas por las actividades relacionadas con el funcionamiento del Canal de Panamá, y el crecimiento urbano e industrial en los alrededores de las ciudades de Colón y Panamá. Por valoración de los recursos debemos de entender, el establecimiento de normas de tipo económico o comercial que permitan darle un valor real al recurso en cuestión, de forma tal que pueda ser utilizado racionalmente antes de que desaparezca (*sensu* Spurgeon 1992, Gowdy 1993, Hohl y Tisdell 1993).

2) Dentro del área que comprende el presente estudio, únicamente se encuentran protegidas efectivamente menos de 10 hectáreas (Isla Galleta) de plataforma y arrecifes coralinos en el Caribe, es decir menos de un 3% del área total de plataformas y arrecifes informada en este trabajo. Del lado del Pacífico, se dice que los alrededores de Isla Taboga están protegidos, pero no de forma efectiva. Por lo tanto, se recomienda la creación de nuevas áreas protegidas que faciliten la recuperación natural de los arrecifes. Posteriormente, estas áreas protegidas pueden ser utilizadas para "exportar" material genético a otros arrecifes que requieran ser restaurados (*sensu* Guzmán 1991).

3) Cualquiera que sea la alternativa al Canal de Panamá, es de importancia vital que los promotores de tal actividad (gobiernos) consideren las consecuencias ambientales a largo plazo. Se debe entender claramente que el "crecimiento económico de cualquier nación y la protección del ambiente están inextricablemente unidos, y que la calidad de nuestra vida presente y futura está en encontrar las necesidades humanas básicas sin destruir el medio ambiente del cual nuestra vida depende" (Schmidheiny 1992).

#### AGRADECIMIENTOS

Quisieramos agradecer a C. Guevara, G. Jácome, J. Jara, J. Maté, y R. Yau por la asistencia durante el trabajo de campo. F. Sánchez, R. Thompson y A. Velarde ayudaron con la logística previa al trabajo de campo. Agradecemos a L. León, L. Motta y O. Sánchez-Galán por ayudar con la parte administrativa del proyecto, y a X. Guerra, E. Grings y G. Jácome por digitar los datos a la computadora, hacer el análisis estadístico y hacer los mapas. Agradecemos a dos revisores anónimos por sus comentarios. Por último quisieramos agradecerles a L. D'Croz, B. Keller y a la dirección del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales por el apoyo otorgado durante la realización del presente trabajo. Este estudio fue financiado por la Comisión del Canal de Panamá como parte del proyecto Inventario Biológico para el Estudio de las Alternativas al Canal de Panamá, administrado por la Universidad de Panamá y ANCON.

#### RESUMEN

Hace una década, estudios sobre las posibles interacciones ecológicas a ocurrir entre organismos asociados al arrecife coralino, en caso de que ambos océanos (Caribe y Pacífico) se unieran con la construcción de un canal a nivel, concluyeron que la variedad y el nivel de los efectos adversos era enorme. Además, se reconoció que la información ecológica disponible era fragmentada y escasa, sugiriendo así la necesidad de incrementar la investigación científica con énfasis en las consecuencias ecológicas de un canal a nivel. La Comisión del Canal de Panamá esta actualmente considerando nuevas alternativas para modernizar la vía acuática. Las dos opciones principales son: el ensan-

chamiento del canal y sus esclusas existentes, o la construcción de un nuevo canal a nivel. El presente estudio pretende hacer un inventario de los corales y arrecifes dentro del área alrededor de las dos entradas al Canal de Panamá. El área total de arrecifes encontrada en el Caribe fue de 204.6 Ha, mientras que para el Pacífico fue de tan solo 3.9 Ha. Se encontraron 48 especies de corales hermatípicos y 3 hidrocorales en los arrecifes del Caribe, mientras que se observaron 14 especies para el Pacífico. En general, los arrecifes del área de estudio se encuentran actualmente bajo una presión ambiental "crónica" como consecuencia directa de la alta sedimentación y contaminación por petróleo, además del impacto que las operaciones de funcionamiento y mantenimiento del Canal de Panamá han tenido sobre la zona costera desde su construcción a comienzos de siglo. La baja cobertura de coral vivo (<6%) y la abundancia de macroalgas (>80%) encontrada en todos los arrecifes demuestran claramente la magnitud de los diversos impactos ocurridos en el área. Cualquiera que sea la alternativa más viable al Canal de Panamá, debe considerarse el estado actual en que se encuentran los arrecifes coralinos dentro y fuera del área de estudio. La falta de manejo y protección de estos recursos por más tiempo impedirá la recuperación natural de estos arrecifes, y la construcción de un nuevo canal a nivel incrementaría la presión sobre estos, además de iniciar cambios ecológicos posiblemente poco predecibles actualmente.

## REFERENCIAS

- Bayer, F.M. 1961. The shallow-water octocorallia of the West Indian region. Martinus Nijhoff, The Hague. 373 p.
- Bethancourt, A.C. 1988. Esclusas de "contra-balance" para el Canal de Panamá. Suplemento Istmo, Periódico La Estrella de Panamá, 31 de enero.
- Cairns, S.D. 1982. Stony corals (Cnidaria: Hydrozoa, Scleractinia) of Carrie Bow Cay, Belize. Smithsonian Contrib. Mar. Sci. 12: 271-302.
- Copeland, E. 1964. Coco Solo once vital base now weed-choked symbol. Periódico Panamá América, 5 de julio.
- Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica III. Descripción y distribución geográfica de los corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia) en la costa Caribe. Brenesia 24: 63-123
- Cubit, J.D. 1985. Possible effects of recent changes in sea level on the biota of a Caribbean reef flat and the predicted effects of rising sea levels. Proc. Fifth Int. Coral Reef Cong. 3: 111-118.
- Cubit, J.D., D.M. Windsor, R.C. Thompson, & J.M. Burgett. 1986. Water-level fluctuations, emersion regimes, and variations in echinoid populations on a Caribbean reef flat. Estuar. coast. Shelf Sci. 22: 719-737.
- Cubit, J.D., H.M. Caffey, R.C. Thompson, & D.M. Windsor. 1989. Meteorology and hydrography of a shoaling reef flat on the Caribbean coast of Panamá. Coral Reefs 8: 59-66.
- Fernández, L., H. Marsh & D.F. Sinclair. 1992. Manta tow counts as indices of the distribution and abundance of *Acanthaster planci*: a reply to De'ath. Coral Reefs 11: 179-181.
- Glynn, P.W. 1972. Observations on the ecology of the Caribbean and Pacific coasts of Panamá. Bull. Biol. Soc. Wash. 2: 13-30.
- Glynn, P.W. 1982. Coral communities and their modifications relative to past and prospective Central American seaway. Adv. Mar. Biol. 19: 91-132.
- Glynn, P.W. 1983. Extensive "bleaching" and death of reef corals on the Pacific coast of Panama. Environ. Conserv. 10: 149-154.
- Glynn, P.W. 1984. Widespread coral mortality and the 1982/83 El Niño warming event. Environ. Conserv. 11: 133-146.
- Glynn, P.W. 1988. El Niño-Southern oscillation 1982-1983: nearshore population, community, and ecosystem responses. Ann. Rev. Ecol. Syst. 19: 309-345.
- Glynn, P.W. & R.H. Stewart. 1973. Distribution of coral reefs in the Pearl Islands (Gulf of Panamá) in relation to thermal conditions. Limnol. Oceanog. 18: 367-379.
- Glynn, P.W. & I.G. Macintyre. 1977. Growth rate and age of coral reefs on the Pacific coast of Panama. Proc. 3rd Inter. Coral Reef Symp. 2: 251-259.
- Glynn, P.W. & G.M. Wellington. 1983. Corals and coral reefs of the Galapagos Islands. University of California Press, Berkeley. 330 p.
- Glynn, P.W., R.H. Stewart & J.E. McCosker. 1972. Pacific coral reefs of Panamá: structure, distribution and predators. Geol. Rundsch. 61: 483-519.
- Gowdy, J.M. 1993. Economic and biological aspects of genetic diversity. Soc. Nat. Resour. 6: 1-16.
- Guzmán, H.M. 1991. Restoration of coral reefs in Pacific Costa Rica. Conserv. Biol. 5: 189-195.

- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1985. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica. IV. Descripción y distribución geográfica de octocorales (Anthozoa: Octocorallia) en la costa Caribe. *Brenesia* 24: 125-173.
- Guzmán, H.M. & C.E. Jiménez. 1992. Contamination of reef corals by heavy metals along the Caribbean coast of Central America (Costa Rica and Panama). *Mar. Pollut. Bull.* 24: 554-561.
- Guzmán, H.M. & I. Holst. 1993. Effects of chronic oil-sediment pollution on the reproduction of the Caribbean reef coral *Siderastrea siderea*. *Mar. Pollut. Bull.* 26: 276-282.
- Guzmán, H.M., J.B.C. Jackson & E. Weil. 1991. Short-term ecological consequences of a mayor oil spill on Panamanian subtidal reef corals. *Coral Reefs*. 10: 1-12
- Hatcher, B.G. 1988. Coral reef primary productivity: a beggar's banquet. *Trends Ecol. Evol.* 3: 106-111.
- Hatcher, B.G. 1990. Coral reefs primary productivity: a hierarchy of pattern and process. *Trends Ecol. Evol.* 5: 149-155.
- Hein, F.J. & J.M. Risk. 1975. Bioerosion of coral heads: inner patch reef, Florida reef tract. *Bull. Mar. Sci.* 25: 133-138.
- Hillis-Colinvaux, L. 1980. Ecology and taxonomy of *Hali-medea*: primary producer of coral reefs. *Adv. Mar. Biol.* 17: 1-327.
- Hohl, A. & C.A. Tisdell. 1993. How useful are environmental safety standards in economics? - The example of safe minimum standards for protection of species. *Biodiv. Conser.* 2: 168-181.
- Holst, I. & H.M. Guzmán. 1993. Lista de corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia; Hydrozoa: Milleporina) a ambos lados del istmo de Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 41: 535-540.
- Knowlton, N., E. Weil, L.A. Weigh & H.M. Guzmán. 1992. Sibling specie in *Montastrea annularis*, coral bleaching and the coral climate record. *Science* 255: 330-333.
- Littler, D.S., M.M. Littler, K.E. Bucher & J.M. Norris. 1989. Marine plants of the Caribbean: a field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 263 p.
- Macintyre, I.G. & P.W. Glynn. 1976. Evolution of a modern Caribbean fringing reefs, Galeta Point, Panama. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.* 60: 1054-1071.
- Muzik, K. 1982. Octocorallia (Cnidaria) from Carrie Bow Cay, Belize. *Smithsonian Contrib. Mar. Sci.* 12: 303-310.
- Noriega, J.O. 1986. El Canal de Panamá: aspectos históricos e ingenieriles.
- Porter, J.W. 1972. Ecology and diversity of coral reefs on opposite sides of the isthmus of Panama. *Bull. Biol. Soc. Wash.* 2: 89-116.
- Porter, J.W. 1974. Community structure of coral reefs on opposite sides of the isthmus of Panama. *Science* 186: 543-545.
- Rousseau, H.H. 1916. Terminal works, dry ports and wharves of the Panama Canal, p. 368-432. *In* The Panama Canal international engineering congress Neal, San Francisco.
- Rützler, K. & W. Sterrer. 1970. Oil pollution: damage observed in tropical communities along the Atlantic seaboard of Panama. *BioScience* 20: 222-224.
- Schmidheiny, S. 1992. Changing course: A global business perspective on development and the environment. MIT Press, London. 374 p.
- Spurgeon, J.P.G. 1992. The economic valuation of coral reefs. *Mar. Pollut. Bull.* 11: 529-536.
- Taylor, W.R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. University Michigan Press, 870 p.
- UNEP/IUCN. 1988. Coral reefs of the world. Vol. 1: Atlantic and Eastern Pacific. IUCN, Gland Switzerland and Cambridge, U.K./UNEP, Nairobi, Kenya. 373 p.
- Veron, J.E.N. 1986. Corals from Australia and the Indopacific. Angus & Robertson Publ., Australia. 640 p.
- Weerdt, de W.H. & P.W. Glynn. 1991. A new and presumably now extinct species of *Millepora* (Hydrozoa) in the Eastern Pacific. *Zoologische Mededelingen* 65: 267-276.
- Zlatarski, V.N. 1990. *Porites colonensis*, new species of stony coral (Anthozoa: Scleractinia) off the Caribbean coast of Panama. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 103: 257-264.