

## Los arrecifes coralinos del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, Limón, Costa Rica

Jorge Cortés Núñez

CIMAR y Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro Costa Rica.

(Rec. 27-XI-1991. Acep. 8-VI-1992)

**Abstract:** The Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge is located on the Caribbean coast of Costa Rica, adjacent to the Panamanian border. The coral reefs are well developed and relatively undisturbed. Five types of reefs were identified: (a) distally stepped ramp, (b) fringing reefs, (c) patch reefs, (d) carbonate banks, and (e) narrow base reef, which is described for the first time for the Caribbean. Coral species diversity is higher than at other reefs in Costa Rica additionally, one species of coral, *Meandrina meandrites*, and one octocoral, *Pterogorgia anceps*, were found only in the Refuge. The two main species of the area were *Diploria strigosa* (highest percentage of substrate cover) and *Siderastrea siderea* (highest number of colonies and second in live coral cover). The importance of both species varied with depth: *S. siderea* was abundant in shallow waters (less than 8.5 m), while *D. strigosa* was more so in deeper waters. Siltation and coral extraction were the two main environmental problems in the Refuge. It is recommended that no collection of corals and other reef organisms be allowed, and that nearby coastal forests and the watersheds of local rivers and creeks be protected.

**Key words:** Gandoca-Manzanillo, coral reefs, Costa Rica, Wildlife Refuge.

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, creado en 1985, se localiza en la costa Caribe de Costa Rica cerca de la frontera con Panamá (Fig. 1). El área total del refugio es 9 449 ha, dividida en 5 013 terrestres y 4 436 marinas (Meza 1988). La zona costera del refugio consiste de extensas playas arenosas, plataformas carbonatadas y acantilados rocosos. En él se encuentra el complejo arrecifal más extenso y mejor desarrollado del país, el cual se extiende desde Punta Cocles hasta Punta Mona (Fig. 1).

El objetivo de este trabajo es describir en forma cualitativa y cuantitativa los arrecifes coralinos del Refugio Gandoca-Manzanillo, además se incluyen listas de hidrocorales, corales escleractinos y octocoralarios.

### MATERIAL Y METODOS

Los arrecifes del Refugio Gandoca-Manzanillo han sido visitados desde 1983 y estudiados en forma sistemática desde 1988, usando el método de transecto de cuadrículas (Dodge *et al.* 1982). Los transectos fueron de 10 m de largo y la cuadrícula de 1m<sup>2</sup>. Se registró el área cubierta por cada especie de coral, por otros animales, por algas y por otro tipo de sustrato (*e.g.* arena, roca o fragmentos). Un total de 12 transectos (120 m<sup>2</sup>) siguiendo los contornos de profundidad, se realizaron desde Punta Uva hasta el lado este de Isla Mona (Fig. 1). Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') (Margalef 1974) y el índice de igualdad de especies (J') (Pielou 1966).

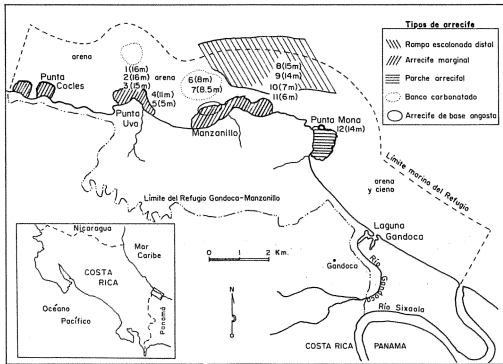


Fig. 1. Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo. Se indican los tipos de arrecifes, así como la localización y profundidad de los transectos.

Se recolectaron 19 muestras de sedimentos en todo el Refugio (Fig. 3). El porcentaje de carbonato de calcio se determinó por el método de valoración con NaOH y fenolftaleína como indicador (Seisser y Rogers 1971). Los componentes del sedimento se determinaron en forma visual y se identificaron los esqueletos de los principales grupos de organismos. La granulometría se hizo con el método estándar de tamices (McManus 1988).

Los especímenes testigo se encuentran depositados en el Museo de Zoología de la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

## RESULTADOS

Se observaron tres especies de hidrocorales, 29 de corales escleractinios (Cuadro 1), y 18 de ocozorolarios, incluyendo las informadas en la literatura (Cuadro 2). Estas especies son típicas para el Caribe y todas excepto *Meandrina meandrites* y *Pterogorgia anceps*, han sido encontradas en otros arrecifes del Caribe de Costa Rica (Cortés y Guzmán 1985a, b, Guzmán y Cortés 1985, Guzmán y Jiménez 1989, Cortés 1992).

El porcentaje promedio de coral vivo tuvo un ámbito que va desde menos de 1 % en arrecifes afectados por sedimentos (transecto 12), hasta más de 7 % en arrecifes profundos (transecto 9), de aguas claras y apartados de la costa (Fig. 2). Las especies de corales predominantes en

## CUADRO 1

### Corales pétreos (hidrocorales y escleractinios) encontrados en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo

#### Clase HYDROZOA

##### Orden MILLEPORINA

##### Familia MILLEPORIDAE

1. *Millepora alcicornis* Linnaeus
2. *Millepora complanata* Lamarck

##### Orden STYLASTERINA

##### Familia STYLASTERIDAE

##### Subfamilia STYLASTERINAE

3. *Stylaster roseus* (Pallas)

#### Clase ANTHOZOA

##### Orden Scleractinia

##### Suborden ASTROCOENIINA

##### Familia ASTROCOENIIDAE

1. *Stephanocoenia intercepta* (Esper)

##### Familia ACROPORIDAE

2. *Acropora cervicornis* (Lamarck)
3. *Acropora palmata* (Lamarck)

##### Familia AGARICIIDAE

4. *Agaricia agaricites* (Linnaeus)
5. *Agaricia fragilis*. Dana
6. *Leptoseris cucullata* (Ellis & Solander)

##### Familia SIDERASTREIDAE

7. *Siderastrea radians* (Pallas)
8. *Siderastrea siderea* (Ellis & Solander)

##### Familia PORITIDAE

9. *Porites astreoides* Lamarck
10. *Porites porites* (Pallas)

##### Suborden FAVIINA

##### Familia FAVIIDAE

##### Subfamilia FAVIINAE

11. *Colpophyllia natans* (Houttuyn)
12. *Diploria clivosa* (Ellis & Solander)
13. *Diploria labyrinthiformis* (Linnaeus)
14. *Diploria strigosa* (Dana)
15. *Favia fragum* (Esper)
16. *Manicina areolata* (Linnaeus)

##### Subfamilia MONTASTREINAE

17. *Montastrea annularis* (Ellis & Solander)
18. *Montastrea cavernosa* (Linnaeus)

##### Familia RHIZANGIIDAE

19. *Astrangia solitaria* (Lesueur)
20. *Phyllangia americana* Milne Edwards & Haime

##### Familia MEANDRINIDAE

21. *Dichocoenia stellaris* Milne Edwards & Haime
22. *Dichocoenia stokesi* Milne Edwards & Haime
23. *Meandrina meandrites* (Linnaeus)

##### Familia MUSSIDAE

24. *Isophyllastrea rigida* (Dana)
25. *Isophyllia sinuosa* (Ellis & Solander)
26. *Mycetophyllia dannana* Milne Edwards & Haime
27. *Mycetophyllia lamarckiana* Milne Edwards & Haime
28. *Scolymia cubensis* (Milne Edwards & Haime)

##### Suborden CARYOPHYLLINA

##### Familia CARYOPHYLLIDAE

29. *Eusmilia fastigiata* (Pallas)

CUADRO 2

*Octocoralarios del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo*

Clase ANTHOZOA

Subclase OCTOCORALLIA

Orden GORGONACEA

Suborden SCLERAXONIA

Familia BRIAREIDAE

1. *Briareum asbestinum* (Pallas)

Familia ANTHOTHELIDAE

2. *Erythropodium caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti)

Suborden HOLAXONIA

Familia PLEXAURIDAE

3. *Plexaura flexuosa* Lamouroux

4. *Eunicea (Eunicea) succinea* (Pallas)

5. *Eunicea (Euniceopsis) fusca* Duchassaing & Michelotti

6. *Eunicea (Euniceopsis) laciniata* Duchassaing & Michelotti

7. *Eunicea (Euniceopsis) tourneforti* Milne Edwards & Haime

8. *Eunicea (Euniceopsis) knighti* Bayer

9. *Muriceopsis flavida* (Lamarck)

10. *Muriceopsis sulphurea* (Donovan)

11. *Plexaurella dichotoma* (Esper)

12. *Plexaurella grisea* Kunze

13. *Plexaurella fusifera* Kunze

14. *Muricea atlantica* (Kukenthal)

Familia GORGONIIDAE

15. *Gorgonia flabellum* Linnaeus

16. *Gorgonia ventalina* Linnaeus

17. *Pseudopterogorgia rigida* (Bielschowsky)

18. *Pterogorgia anceps* (Pallas)

áreas someras fueron *Diplora clivosa*, *Porites astreoides* y *Millepora complanata*, mientras que en aguas más profundas fueron *D. strigosa*, *Siderastrea siderea*, *Dichocoenia stellaris* y *Montastrea cavernosa*, pero no así en Punta Mona, donde predominó *Agaricia agaricites*. El total de coral vivo muestreado en el refugio representa el 1.93 % del sustrato (Cuadro 3). En algunas localidades otros animales, en su mayoría esponjas, ocupan hasta el 11 % del sustrato. En todas las zonas estudiadas predomina un sustrato calcáreo cubierto principalmente por algas (Fig. 2).

El número máximo de especies de corales encontrado en un transecto fue 14 y el mínimo 3 (Fig. 2). La diversidad según el índice de Shannon-Weaver tiene un ámbito de valores de 0.37 a 0.84, y el índice de igualdad de especie oscila entre 0.41 y 0.93 (Fig. 2).

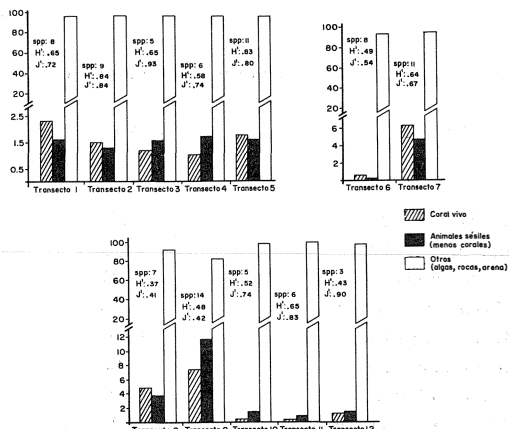


Fig. 2. Porcentaje promedio de cobertura de coral vivo, animales sésiles y otros sustratos, calculado de transectos de 10m<sup>2</sup> en el Refugio Gandoca-Manzanillo. Se indican además: el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') y el índice de igualdad de especies (J'). Los transectos 1 a 5 corresponden a un arrecife marginal, 6 y 7 a un bajo carbonatado, 8 a 11 a la plataforma escalonada distal y el 12 a un parche de arrecife.

La especie que cubrió más área era *D. strigosa*, pero la que tenía más colonias era *S. siderea* (Cuadro 3). Las dos primeras especies representan más del 50% del total de coral vivo, y el resto del coral vivo lo constituyen 24 especies adicionales. *S. siderea* era la especie más abundante en cuanto al número de colonias, la única presente en todos los transectos, y segunda en cuanto a área de coral vivo. Existe una relación entre el área de cobertura de una especie y su número de colonias, aunque hay algunas excepciones, por ejemplo: *P. porites* tenía muchas colonias pequeñas, mientras que *M. cavernosa* tenía pocas colonias pero éstas ocupan áreas extensas.

Al dividir los transectos entre someros (menos de 8.5 m) y profundos (más de 8.5 m), se obtuvo que *S. siderea* y *D. strigosa* son las especies dominantes, respectivamente. Las especies más abundantes en las zonas someras fueron *S. siderea*, *D. strigosa*, *D. clivosa*, *P. astreoides* y *P. porites* (Cuadro 4). En cambio, en las zonas profundas fueron *D. strigosa*, *S. siderea*, *P. astreoides*, *M. cavernosa* y *A. agaricites* (Cuadro 5). El área de coral vivo y el número de colonias en las zonas profundas fue mayor que en las someras (Cuadros 4 y 5).

El análisis de las 19 muestras de sedimento indicó que el porcentaje máximo de carbonato

CUADRO 3

Resumen de los transectos realizados en el Refugio Gandoca-Manzanillo

Especie	Area (cm <sup>2</sup> )	% total	# trns. prst.	Número colonias	% total
<i>Diploria strigosa</i>	9 820	42.50	5	20	5.75
<i>Siderastrea siderea</i>	3 423	14.81	12	69	19.71
<i>Porites astreoides</i>	2 421	10.48	10	40	11.46
<i>Montastrea cavernosa</i>	1 820	7.88	5	11	3.15
<i>Agaricia agaricites</i>	1 601	6.93	5	16	4.58
<i>Manicia areolata</i>	690	2.99	3	65	18.62
<i>Diploria clivosa</i>	605	2.62	7	7	2.01
<i>Dichocoenia stellaris</i>	431	1.87	5	9	2.58
<i>Porites porites</i>	415	1.80	3	45	12.89
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	400	1.73	2	2	0.57
<i>Leptoseris cucullata</i>	276	1.19	4	7	2.01
<i>Scolymia cubensis</i>	265	1.15	10	32	9.17
<i>Siderastrea radians</i>	150	0.65	1	1	0.29
<i>Colpophyllia natans</i>	120	0.52	2	2	0.57
<i>Isophyllastrea rigida</i>	110	0.48	2	1	0.29
<i>Mycetophyllia danaana</i>	100	0.44	1	1	0.29
<i>Dichocoenia stokesi</i>	80	0.35	4	4	1.15
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	75	0.32	1	1	0.29
<i>Millepora alcicornis</i>	780	0.30	2	2	0.57
<i>Stephanocoenia intercepta</i>	60	0.26	2	2	0.57
<i>Acropora cervicornis</i>	50	0.22	1	1	0.29
<i>Millepora complanata</i>	45	0.19	8	3	0.86
<i>Agaricia fragilis</i>	31	0.13	2	4	1.15
<i>Isophyllia sinuosa</i>	25	0.11	1	1	0.29
<i>Meandrina meandrites</i>	20	0.09	1	1	0.29
<i>Astrangia solitaria</i>	1	0.004	1	1	0.29
<i>Eusmilia fastigiata</i>	1	0.004	1	1	0.29
Area total con coral vivo			23 105		
Promedio por transecto			1.925.4		
Area total de los transectos			1 200 000		
Porcentaje de coral vivo			1.93		
Número total de colonias medidas			349		
Promedio por transecto			29.08		

# trns. prst. = número de transectos en que la especie estaba presente.

de calcio es relativamente bajo, el valor mayor fue de 69.6 % (Fig. 3). Los porcentajes de CaCO<sub>3</sub> cerca de la playa frente al pueblo de Manzanillo y al este de Punta Mona fueron bajos, menos del 30%, y hasta 9.9 % (Fig. 3).

Las zonas con los valores más altos de CaCO<sub>3</sub> se caracterizaron por consistir de arena gruesa, los valores bajos correspondieron a zonas de arenas medias a finas. Los componentes

principales de la fracción carbonatada son fragmentos de corales, moluscos y de las algas *Halimeda* y *Amphiroa*. Frente al pueblo de Manzanillo (Fig. 3) se encontró una fracción importante de magnetita, mineral oscuro que también se encuentra en la playa. Al este de Punta Mona se encontró una fracción importante de los sedimentos constituida por cieno (Fig. 3).

CUADRO 4

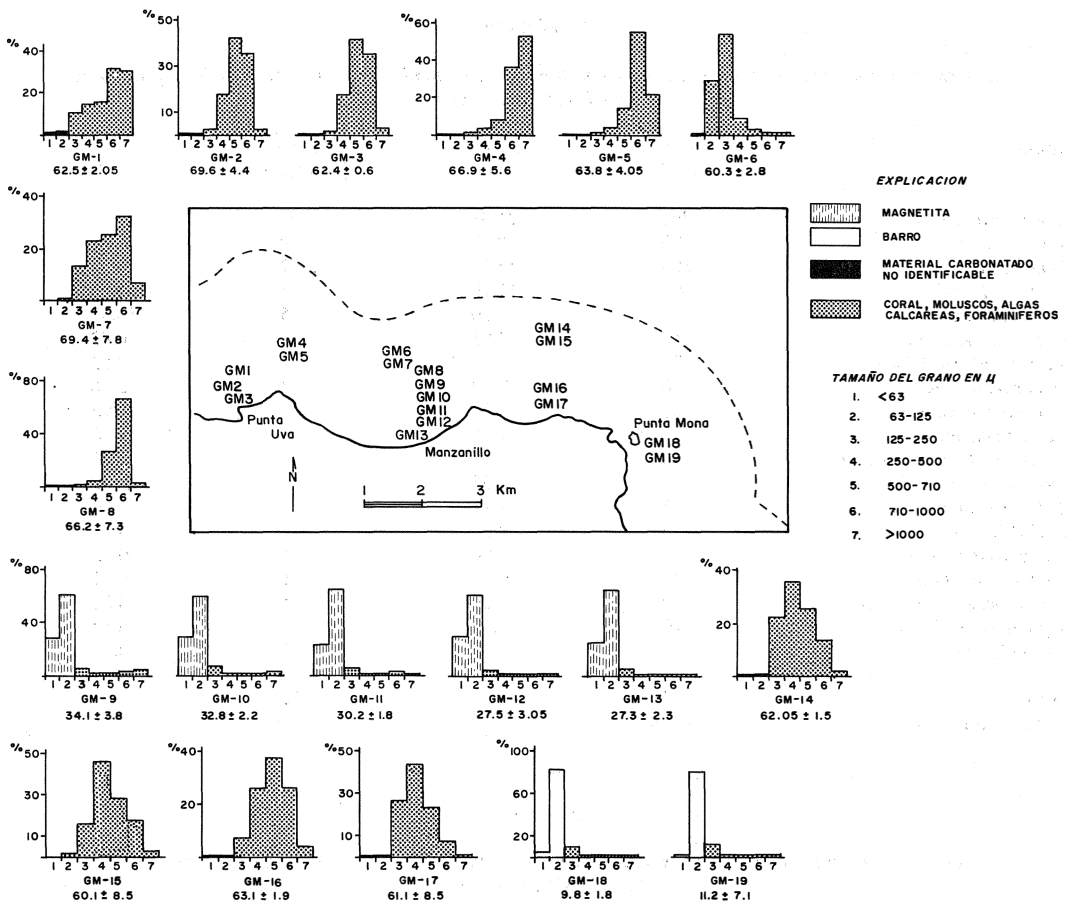
Resumen de los transectos en área someras (menos de 8.5 m de profundidad) del Refugio Gandoca-Manzanillo.  
Total de cinco transectos

Especie	Area (cm <sup>2</sup> )	% total	Número colonias	% total
<i>Siderastrea siderea</i>	790	21.31	20	16.39
<i>Diploria strigosa</i>	670	18.07	9	7.88
<i>Diploria clivosa</i>	605	16.32	7	5.74
<i>Porites astreoides</i>	600	16.19	13	10.66
<i>Porites porites</i>	415	11.20	45	36.89
<i>Siderastrea radians</i>	150	4.05	1	0.82
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	75	2.02	1	0.82
<i>Dichocoenia stokesi</i>	70	1.89	3	2.46
<i>Dichocoenia stellaris</i>	61	1.65	6	4.92
<i>Scolymia cubensis</i>	50	1.35	6	4.92
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	50	1.35	1	0.82
<i>Acropora cervicornis</i>	50	1.35	1	0.82
<i>Millepora complanata</i>	45	1.21	3	2.46
<i>Isophyllia sinuosa</i>	25	0.67	1	0.82
<i>Millepora alcicornis</i>	20	0.54	1	0.82
<i>Manicina areolata</i>	10	0.27	1	0.82
<i>Stephanocoenia intercepta</i>	10	0.27	1	0.82
<i>Isophyllastrea rigida</i>	10	0.27	1	0.82
<i>Astrangia solitaria</i>	1	0.03	1	0.82
Totales	3 707		122	
Promedio/transecto	741.4		24.4	

CUADRO 5

Resumen de los transectos profundos (más de 8.5m de profundidad) del Refugio Gandoca-Manzanillo.  
Total de siete transectos

Especie	Area (cm <sup>2</sup> )	% total	Número colonias	% total
<i>Diploria strigosa</i>	9 150	47.17	11	4.85
<i>Siderastrea siderea</i>	2 633	13.57	49	21.59
<i>Porites astreoides</i>	1 821	9.39	27	11.89
<i>Montastrea cavernosa</i>	1 820	9.38	11	4.85
<i>Agaricia agaricites</i>	1 601	8.25	16	7.05
<i>Manicina areolata</i>	680	3.51	64	28.19
<i>Dichocoenia stellaris</i>	370	1.91	3	1.32
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	350	1.80	1	0.44
<i>Leptoseris cucullata</i>	276	1.46	7	3.08
<i>Scolymia cubensis</i>	215	1.11	26	11.40
<i>Colpophyllia natans</i>	120	0.62	2	0.88
<i>Mycetophyllia danaana</i>	100	0.52	1	0.44
<i>Isophyllastrea rigida</i>	100	0.52	1	0.44
<i>Millepora alcicornis</i>	50	0.26	1	0.44
<i>Stephanocoenia intercepta</i>	50	0.26	1	0.44
<i>Agaricia fragilis</i>	31	0.16	3	1.32
<i>Meandrina meandrites</i>	20	0.10	1	0.44
<i>Dichocoenia stokesi</i>	10	0.05	1	0.44
<i>Eusmilia fastigiata</i>	1	0.01	1	0.44
Totales	19 398		227	
Promedio/transecto	2 771.1		32.4	



## DISCUSION

Encontramos en la costa Caribe de Costa Rica seis tipos de arrecifes coralinos (a) rampa escalonada distal, (b) arrecifes marginales, (c) parches de arrecifes, (ch) bancos carbonatados, (d) arrecifes de base angosta, y (e) frente de algas coralinas. El Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo es excepcional en el Caribe de Costa Rica por poseer los cinco primeros tipos de arrecifes. A continuación se les describe e indica su localización (Fig. 1).

A- *Las rampas escalonadas distales* son un tipo de fondo consolidado de carbonato de calcio, ancho, de bajo relieve topográfico, y con una pendiente suave hacia el mar hasta el borde de la plataforma donde hay un cambio abrupto en la

topografía (Read 1982). Estas pendientes son muy ricas en especies de corales, algas, esponjas y octocoralarios. Rampas muy extensas de este tipo se encuentran entre el lado este del pueblo de Manzanillo y Punta Mona. Este tipo de formación es poco conocido, por lo que se requiere de más estudios en el Caribe de Costa Rica.

B- *Los arrecifes marginales* son barreras calcáreas construídas por organismos, paralelas y cercanas a la costa. Un ejemplo de este tipo es el del Parque Nacional Cahuita (Cortés y Risk 1984). Dentro del Refugio encontramos los arrecifes marginales en Punta Uva, Punta Cocles y Manzanillo.

C- *Los parches de arrecife* son estructuras circulares construídas por corales que se encuentran principalmente en las lagunas de

arrecifes más grandes. Se encuentran ejemplos de este tipo de arrecife en Punta Uva y Punta Mona.

Ch- *Los bancos carbonatados* son fondos duros, relativamente aislados, rodeados por arena. La mayoría son elongados, de 50 a 100 m de largo por 25 a 40 m de ancho, y se encuentran a profundidades de 8 a 12 m. Están cubiertos por algas, octocoralarios, y algunos corales; son sitios ideales para el desarrollo de la langosta, *Panulirus argus*. Este tipo de formaciones se localizan frente a Punta Uva y Manzanillo. Los bancos carbonatados son poco conocidos, especialmente en Costa Rica.

D- *El arrecife de base angosta* es una barrera cuyo frente hacia la costa es vertical y la parte hacia el mar tiene una forma de pirámide invertida. Estas estructuras son construidas por algas calcáreas, corales y esponjas. Encontramos este tipo de arrecife frente al pueblo de Manzanillo y aparentemente es un tipo de estructura arrecifal única en el Caribe.

El porcentaje de coral vivo en el Refugio Gandoca-Manzanillo (1.93%) es muy bajo si se compara con otras áreas, como el arrecife de Cahuita (40%) (Cortés & Risk 1985). Los arrecifes del Refugio contienen muchas especies de corales pero su cobertura es baja. Esto se puede deber a varios factores. En las zonas someras, cerca de la orilla, y en el área al este de Punta Mona, el porcentaje de coral vivo es bajo debido a la sedimentación (Fig. 3), pues estas zonas contienen porcentajes bajos de  $\text{CaCO}_3$ , mientras que la magnetita y el cieno tienen concentraciones altas. En las zonas más profundas y apartadas de la costa, el agua es más clara, pero la cobertura de coral vivo es baja debido posiblemente a la acción del oleaje y a la competencia con esponjas, algas y octocoralarios. Los arrecifes entre Manzanillo y Punta Mona, frente al pueblo de Manzanillo y frente a Punta Uva están expuestos al oleaje directo del Mar Caribe. Estas zonas se caracterizan por colonias, no solo de corales, sino también de octocoralarios y esponjas, bajas e incrustantes. Por tener las colonias esta morfología, el número de peces asociado a los corales es bajo, debido a la falta de hoyos, cuevas y otras estructuras que les sirvan de refugio y de sustrato para sus presas.

Algunos de los arrecifes costeros someros están siendo afectados por sedimentos terrígenos producto probablemente de la deforestación de

la zona costera y de las cuencas de los riachuelos del área (Cortés 1989). También se comprobó que se está extrayendo coral para la venta, especialmente el coral de cuerno de venado, *Acropora cervicornis*, la cual es difícil de encontrar viva actualmente.

Internacionalmente el complejo arrecifal del Refugio Gandoca-Manzanillo es importante ya que es el complejo arrecifal más prominente entre los extensos bajos de Misquito en Nicaragua y los arrecifes de Bocas del Toro en Panamá. Estos arrecifes actúan como puentes entre estas dos grandes áreas de desarrollo arrecifal. En otras palabras, son un eslabón importante en el corredor marino del sur del Caribe. El concepto de corredores biológicos terrestres se ha venido desarrollando con gran ímpetu en la última década, pero el concepto de corredores biológicos marinos es nuevo. Por el sistema de corrientes imperantes en el sur del Caribe y por las distancias y el tipo de desarrollo de los arrecifes del área, esta región se presta para estudios fundamentales sobre corredores marinos. Para que el corredor funcione, los arrecifes-eslabones deben estar en buen estado, ya que sólo así se puede asegurar el transporte de las larvas y adultos entre una área y otra. El que esto se pueda dar es importante para la recuperación de áreas afectadas por fenómenos catastróficos como es el caso de Moín-Limón, donde algunas especies fueron afectadas por el terremoto del 22 de abril, 1991. La recuperación de estas poblaciones va a depender del transporte de organismos de arrecifes fuera del área (Cortés *et al.* en preparación).

Los arrecifes del Refugio Gandoca-Manzanillo son ejemplos muy interesantes de ecosistemas marinos que apenas se han empezado a estudiar, por lo que es necesaria su protección adecuada para asegurarnos su existencia a largo plazo. Estos arrecifes son importantes también en términos económicos: son lugares donde vive la langosta, *P. argus*, son centros de producción y reclutamiento de larvas de muchas especies de peces e invertebrados, y son una atracción turística de la zona.

*Manejo y conservación:* El porcentaje de coral vivo en el Refugio es bajo, razón por la cual no se debe permitir su extracción. Debido a la baja abundancia de coral vivo y al poco relieve topográfico de las colonias, i.e. poca heterogeneidad espacial, no se debe permitir la extracción de peces de arrecife. La pesca artesanal y comercial debe realizarse al lado

afuera de los arrecifes. Un plan de manejo de los bosques aledaños a la costa evitaría la entrada de nuevos sedimentos a los arrecifes. A más largo plazo, pero no por eso menos importante, se debe pensar en un plan (o varios planes) de protección de todos los bosques de la sección sur de la costa Caribe de Costa Rica. Investigaciones en los últimos años en varias partes del mundo han comprobado el efecto de la actividad humana terrestre sobre las comunidades marinas (Kinsey 1988, Grigg and Dollar 1990). Se ha demostrado que alteraciones a los bosques costeros y aún de bosques de tierra adentro, pero conectados a los arrecifes por los ríos y corrientes marinas, tienen un efecto sobre los arrecifes, por ejemplo en el Parque Nacional Cahuita (Cortés and Risk 1985). Lo mismo se ha observado del lado este del Refugio Gandoca-Manzanillo, en que los sedimentos del Río Gandoca y/o Río Sixaola están afectando a los corales.

Aunque el problema de la sedimentación en los arrecifes coralinos es muy serio, existen alternativas viables para reducir la entrada de nuevos sedimentos. En el sur de Japón se ha demostrado que franjas de bosques costeros protegen a los arrecifes de sedimentos terrígenos, de plaguicidas y de fertilizantes usados en la agricultura. Estos bosques actúan como trampas que impiden el acceso directo de sedimentos y agroquímicos a los ambientes marinos (Kühlmann 1985). Lo mismo se ha comprobado para bosques ribereños (Gregory *et al.* 1991). Es por esto que se deben proteger los bosques costeros y ribereños del Refugio Gandoca-Manzanillo.

Finalmente, se deben iniciar campañas de educación ambiental en toda la región. Mucha gente en los pueblos costeros no es consciente de lo que es el coral y mucho menos de su valor ecológico a largo plazo. La protección de estos recursos marinos debe provenir de la gente de la costa y no ser impuesta desde afuera.

#### AGRADECIMIENTOS

Los estudios de los arrecifes coralinos del Refugio Gandoca-Manzanillo han sido posibles gracias al aporte económico de la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica (proyectos #808-83-130 y 808-91-712) y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Le agradezco la colaboración

en el campo y el laboratorio a Luis Quirós y Carlos Jiménez. El manuscrito se enriqueció por los comentarios de H. M. Guzmán, J. A. Vargas, C. Jiménez y dos revisores anónimos.

#### RESUMEN

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo se localiza en la costa Caribe de Costa Rica, junto a la frontera con Panamá. Los arrecifes coralinos del Refugio están bien desarrollados y relativamente poco alterados. Cinco tipos de arrecifes se encuentran allí: (a) rampa escalonada distal, (b) arrecifes marginales (c) parches arrecifales, (ch) bancos carbonatados, y (d) arrecifes de base angosta, el cual se describe por primera vez para el Caribe. Una especie de coral, *Meandrina meandrites* y otra de octocoralario, *Pterogorgia anceps*, solamente se encontraron en el Refugio y en ningún otro arrecife de Costa Rica. Las dos especies principales fueron: *Diploria strigosa*, mayor porcentaje de cobertura del sustrato y *Siderastrea siderea*, mayor cantidad de colonias y segunda en cobertura. La importancia de estas dos especies varió con la profundidad: *S. siderea* fue más abundante en aguas someras (menos de 8.5 m) y *D. strigosa* en aguas profundas. Los dos problemas ambientales principales en el Refugio fueron la sedimentación y la extracción de corales. Se recomienda que no se permita la recolección de corales u otros organismos arrecifales y que se proteja en forma efectiva los bosques costeros y de las cuencas de los ríos y riachuelos locales.

#### REFERENCIAS

- Cortés, J. 1989. The coral reefs of the Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge, Limón, Costa Rica. 22nd Annual Meeting of the Association of Marine Laboratories of the Caribbean, abstract p. 31. May 8-11, 1989, La Parguera, Puerto Rico.
- Cortés, J. 1992. Nuevos registros de corales (Anthozoa: Scleratina) para el Caribe de Costa Rica: *Rhizomilia maculata* y *Meandrina meandrites*. Rev. Biol. Trop. 40(2): en prensa.
- Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985a. Arrecifes coralinos de la costa Atlántica de Costa Rica. Brenesia 23:275-292.



- Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985b. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica. III Descripción y distribución geográfica de corales escleractinios (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) de la costa Caribe. *Brenesia* 24:63-123.
- Cortés, J. & M.J. Risk. 1984. El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32:109-121.
- Cortés, J. & M.J. Risk. 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 36:339-356.
- Dodge, R.E., A. Logan & A. Antonius. 1982. Quantitative reef assesment studies in Bermuda: a comparison of methods and preliminary results. *Bull. Mar. Sci.* 32:745-760.
- Gregory, S.V., F.J. Swanson, W.A. Mckee & K.W. Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zone: focus on links between land and water. *BioScience* 41:540-551.
- Grigg, R.W. & S.J. Dollar. 1990. Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs, p.439-452. *In* Z. Dubinsky (ed.). *Ecosystems of the world: coral reefs*. Elsevier, Amsterdam.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1985. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica. IV. Descripción y distribución geográfica de octocoralarios (Cnidaria: Anthozoa) de la costa Caribe. *Brenesia* 24:125-173.
- Guzmán, H.M. & C.E. Jiménez. 1989. *Pterogorgia anceps* (Pallas) (Octocoralia: Gorgoniidae): nuevo informe para la costa caribeña de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 37:231-232.
- Kinsey, D.W. 1988. coral reef system response to some natural and anthropogenic stresses. *Galaxea* 7:113-128.
- Kühlmann, D.H.H. 1985. The protection role of coastal forests on coral reefs. *Proc. 5th Int. Coral Reef Cong., Tahiti* 6:503-508.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 p.
- McManus, J. 1988. Grain size determination and interpretation, p. 63-85. *In* M. Tucker (ed.). *Techniques in Sedimentology*. Blackwell, Oxford.
- Meza, T. 1988. *Areas silvestres de Costa Rica*. Alma Mater, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro. 111 p.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *J. Theoret. Biol.* 13:131-144.
- Read, J.F. 1982. Carbonate platforms of passive (extensional) continental margins: types, characteristics and evolution. *Tectonophysics* 81:195-212.
- Seisser, W.G. & J. Rogers. 1971. An investigation of the suitability of four methods used in routine carbonate 51-16 analysis of marine sediments. *Deep-Sea Res.* 18:135-139.