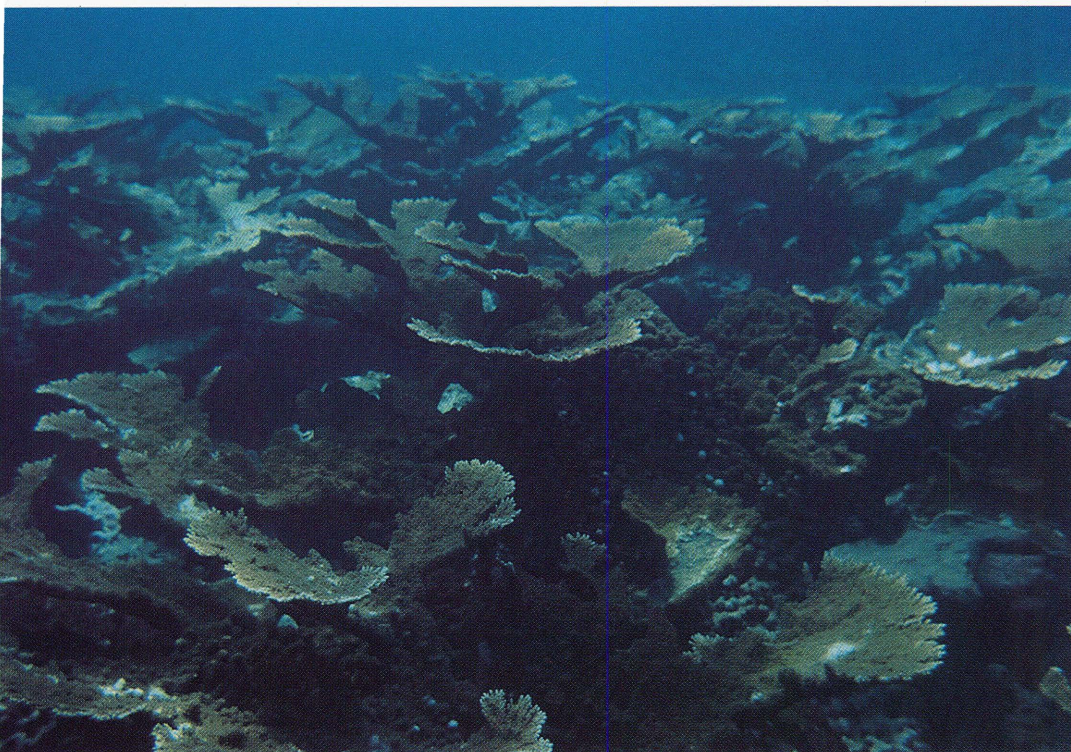



# ARRECIFES CORALINOS: ¿UN TESORO CAMINO A LA EXTINCIÓN?

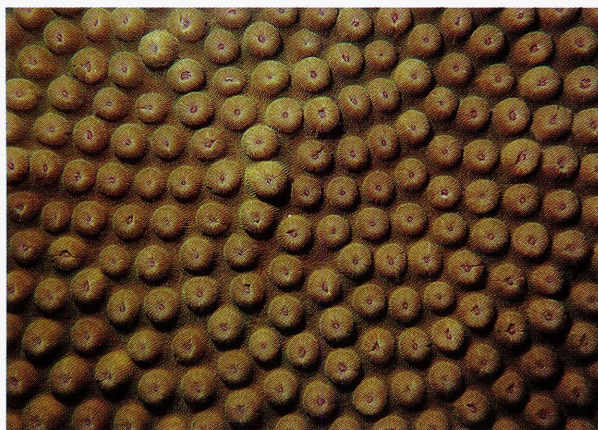
Por: **Jaime Garzón-Ferreira** MSc.  
*Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR)  
Santa Marta, Colombia*



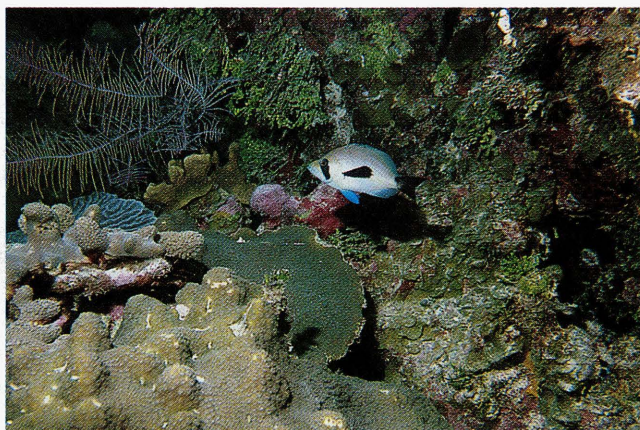
 EL CRECIMIENTO DE LOS CORALES LLEGA A MODIFICAR NOTABLEMENTE EL PAISAJE SUBMARINO, GENERANDO ESTRUCTURAS COMPLEJAS E IRREGULARES DENOMINADAS ARRECIFES. Bahía de Gayraca, Parque Natural Tayrona, 1981.

**A**ntes de entrar a examinar la situación actual de los arrecifes de coral, conviene recordar las principales características que los hacen uno de los ecosistemas más espectaculares y valiosos del planeta. El arrecife de coral se reconoce como un sistema de relieve pronunciado y complejo, que se desarrolla sobre el fondo del mar en aguas cálidas, claras e iluminadas de poca profundidad (normalmente menos de 50 m) y es originado fundamentalmente por el crecimiento de los corales pétreos (celenterados sésiles de las órdenes *Scleractinia* y *Milleporina*, capaces de producir esqueletos de carbonato de calcio). El coral viviente es en realidad una capa delgada que se mide en milímetros, a pesar de lo cual esta delgada película de tejido ha sido capaz de moldear la superficie de la tierra creando estructuras calcáreas de más de 1300 m de espesor (Atolón Eniwetok en el Pacífico) y más de 2000 km de longitud (Gran Barrera Arrecifal de Australia) (1). Miles de islas, como nuestra San Andrés en el Caribe, han sido erigidas casi totalmente por el crecimiento de arrecifes





⌘ EL PÓLIPO CORALINO ES LA UNIDAD CONSTRUCTORA PRIMORDIAL DEL ARRECIFE



⌘ UNA ENORME CANTIDAD Y VARIEDAD DE SERES VIVOS SE CONCENTRA EN EL SUSTRATO Y LOS ESPACIOS CREADOS POR DESARROLLO CORALINO. Cayo Bolívar, San Andrés, 1994.

coralinos y su supervivencia, así como la de numerosas áreas costeras, depende en gran medida de la existencia de los corales. Los bajos y barreras vivientes de coral actúan como rompeolas evitando la erosión costera y las playas de arena blanca son conformadas por la fragmentación de los esqueletos calcáreos de corales y otros organismos arrecifales, seguida de su acumulación en sitios protegidos del fuerte oleaje.

Los arrecifes coralinos están entre los ecosistemas biológicamente más productivos del mundo, a pesar de crecer en aguas pobres en nutrientes. Su productividad primaria se ha estimado en 5-20 g C/m<sup>2</sup>/día y su potencial pesquero en 9 millones de toneladas por año (2, 3). Cientos de especies de peces y de otros organismos, incluyendo varias de gran valor como pargos, meros, chernas, langostas, cangrejas y caracol, se capturan para el consumo humano en áreas coralinas. Además se extrae gran cantidad de esqueletos de variados organismos (corales, corales negros, abanicos de mar, conchas de caracoles y bivalvos) para

un multimillonario comercio de «souvenirs»; en los años ochenta, por ejemplo, se extrajeron 4500 ton/año de conchas tan solo en las Filipinas. El comercio de peces ornamentales ha ido también en rápido crecimiento, generando en la actualidad varias decenas de millones de dólares por año (1).

Las selvas tropicales y los arrecifes coralinos son los ecosistemas de mayor diversidad biológica del mundo. Se reconoce que las selvas tienen mas especies (por los insectos y plantas con flores), pero los arrecifes albergan una diversidad mayor de reinos y fila, así como de esquemas de organización corporal y de estructuras químicas. En apenas unos pocos metros cuadrados de arrecife es posible encontrar cientos de especies y miles de organismos de grupos taxonómicos tan variados como peces, crustáceos, moluscos, anélidos, celenterados, esponjas y algas. El gran potencial de esta biodiversidad arrecifal, como fuente de nuevas sustancias naturales con valor farmacéutico, atrae cada día más la atención de los países desarrollados para el establecimiento de labo-

ratorios o proyectos de investigación cooperativos en países del tercer mundo. Se han encontrado por ejemplo gran cantidad de prostaglandinas en gorgonáceos, antibióticos en esponjas, antitumorales en algas rojas y antileucémicos en ascidias coloniales (1).

Uno de los mayores potenciales económicos actuales para las naciones con arrecifes coralinos lo constituye el negocio del turismo. La espectacularidad del paisaje costero y submarino (playas blancas, aguas cálidas, transparentes y multicolores, cientos de organismos y actividades biológicas al alcance del observador), que es determinado en gran medida por el desarrollo propio del ecosistema arrecifal, atrae cada día mayores cantidades de personas deseosas de disfrutar y apreciar estas bellezas naturales. Se ha estimado, por ejemplo, que unos dos millones de turistas visitan anualmente dos reservas naturales coralinas en la Florida (John Pennecamp y Key Largo), generando ganancias por casi dos mil millones de dólares. El negocio del turismo de buceo en Bonaire aporta cerca de 21 millones de dólares al año (1).



## EVIDENCIAS DEL DETERIORO

Numerosos estudios, foros, talleres y movimientos han documentado y llamado la atención sobre el alarmante proceso de deterioro que se ha venido registrando en los últimos 20 años en arrecifes coralinos de todos los rincones del mundo. Para hacerse una imagen de la gravedad del problema bastaría con revisar los resultados de dos importantes eventos científicos llevados a cabo recientemente: un coloquio mundial organizado por la Universidad de Miami en 1993 sobre salud, amenazas e historia de los arrecifes (4) y el octavo congreso internacional de arrecifes coralinos que tuvo lugar en Panamá en junio del año pasado (5). Aunque en prácticamente todas las regiones coralinas del mundo se ha detectado algún síntoma de alteración, es evidente que el deterioro actual es más acentuado en unos sectores geográficos que en otros; por ejemplo, las regiones del Gran Caribe y el Pacífico Tropical

Americano han resultado mucho más afectadas que el Pacífico centrooccidental y el Índico. Por otro lado, se han registrado deterioros importantes tanto en arrecifes localizados cerca de las masas continentales y de centros urbanos como en áreas coralinas remotas y oceánicas, lo que sugiere la ocurrencia de fenómenos de orden regional e incluso global.

En muchas localidades alrededor del mundo se ha detectado la reducción significativa de uno de los principales indicadores de salud en el arrecife: la cobertura de coral vivo (cantidad relativa de superficie arrecifal cubierta por tejido coralino vivo) (1, 4). Uno de los casos más dramáticos y mejor documentados es el de Jamaica, donde se ha monitoreado este parámetro en varias localidades de la costa norte y donde se registró en arrecifes someros un descenso continuo desde comienzos de los años ochenta de valores mayores al 70% hasta valores por debajo del

10% ya en 1993 (6). En aquellos lugares donde no existen datos históricos sobre los niveles de cobertura de coral vivo, ha sido fácil identificar el problema por la presencia de abundantes esqueletos recientes de corales aun en posición de vida.

La ocurrencia de mortandades masivas de diversos organismos arrecifales es otro de los indicadores de degradación del ambiente coralino. En 1983 se registró en toda la región del Gran Caribe la extinción casi total de uno de los organismos arrecifales más abundantes y más importantes en la dinámica y salud del ecosistema coralino, el erizo negro *Diadema antillarum*, a causa de un agente patógeno desconocido (7). En Panamá, donde se inició la epidemia, la abundancia del erizo se redujo de 14000 a menos de 1 individuo por hectárea. Entre 1982 y 1987 se presentaron también reducciones drásticas (cercasas al 100%) de las poblaciones de abanicos de

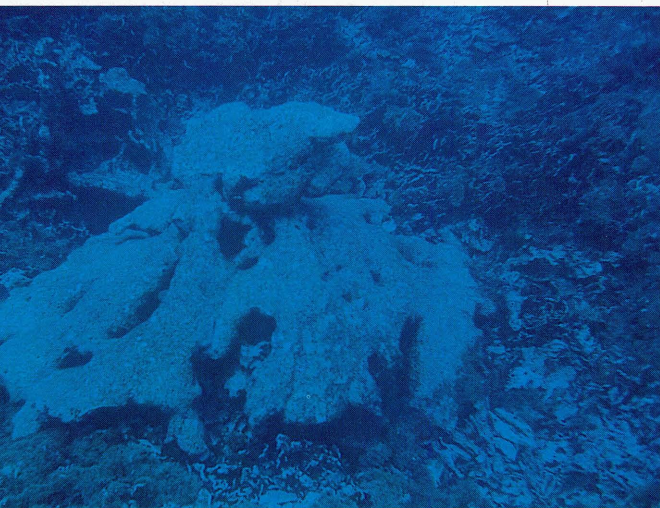


NUMEROSAS ESPECIES DEL ARRECIFE SON GRANDEMENTE APRECIADAS PARA EL CONSUMO HUMANO. Isla de Providencia, 1980.



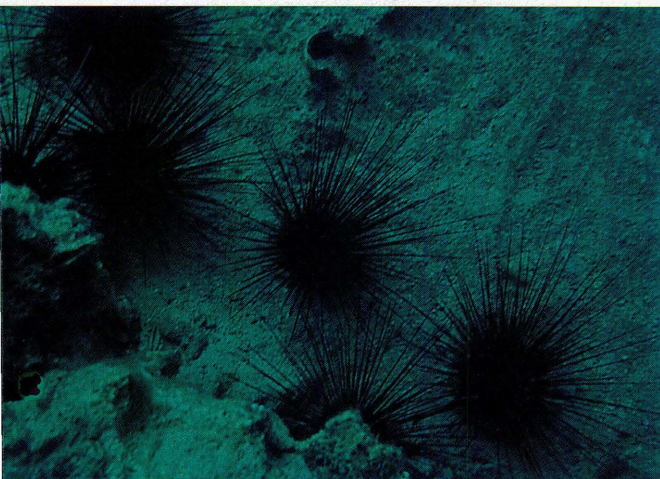
LA GRAN BELLEZA DEL PAISAJE COSTERO EN LAS REGIONES ARRECIFALES ES DETERMINADA EN GRAN MEDIDA POR EL DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE LOS PROPIOS CORALES Y OTROS ORGANISMOS DEL ARRECIFE. Islas del Rosario, 1983.





DESDE MEDIADOS DE LOS AÑOS OCHENTA SE HA HECHO COMÚN ENCONTRAR GRANDES EXTENSIONES DE ARRECIFE MUERTAS EN SU MAYOR PARTE.

Bahía de Chengue, Parque Natural Tayrona, 1989.



EL ERIZO NEGRO, *Diadema antillarum*, UNO DE LOS ORGANISMOS ARRECIFALES QUE SUFRIÓ MORTALIDAD INTENSIVA POR TODO EL MAR CARIBE EN LOS AÑOS OCHENTA.

Bahía de Gayraca, Parque Tayrona, 1981.

mar (*Gorgonia ventalina* y *G. flabellum*) en varias localidades del sector sur del Mar Caribe: San Andrés, Costa Rica, Panamá, Colombia y Trinidad (8). Esta mortalidad de abanicos se ha extendido hasta el presente y a otros sectores del Caribe, pero en una menor intensidad, y el agente causante parece ser un hongo de origen te-

rrestre del género *Aspergillus* (9). Durante 1982-83 se presentó uno de los eventos más dramáticos de mortandad masiva de corales registrados hasta ahora, como consecuencia del calentamiento excesivo del agua por el fenómeno de «El Niño» en el Pacífico Americano, que redujo casi totalmente las poblaciones de estos organismos en toda el área, en particular las del género *Pocillopora* (10). También durante la década de los años ochenta se registraron mortandades extensivas en el Gran Caribe (Florida, Islas Vírgenes, Jamaica, San Andrés y Colombia) de los corales *Acropora palmata* y *A. cervicornis*, especies de gran importancia en la construcción y expansión arrecifal en la región (4, 11).

El aparente incremento en la frecuencia e intensidad

de enfermedades conocidas en organismos del arrecife, así como en el registro creciente de otras nuevas, se supone como otro síntoma de deterioro de los ambientes coralinos. El blanqueamiento o pérdida masiva de las algas simbiotes de los corales y otros organismos arrecifales, una de las afecciones más documentadas y que

ha originado mayor mortalidad en las poblaciones de corales recientemente, tuvo un aumento enorme en su frecuencia de ocurrencia a partir de los años ochenta (12). La Banda Negra (BBD) fue la primera enfermedad patogénica en ser registrada en corales a mediados de los años setenta, en Belize y Bermuda, y ahora se le ha detectado en numerosas localidades en el Caribe y, recientemente, también del IndoPacífico. La enfermedad de la Banda Blanca (WBD) fue descubierta casi simultáneamente en las Islas Vírgenes y ahora se le conoce en varios lugares del Caribe. A ellas se le atribuye la muerte masiva de los corales del género *Acropora*. Otras enfermedades descubiertas en los últimos años, atacando corales y que apenas han comenzado a ser estudiadas, son los Lunares Oscuros (DBD), la Banda Roja (RBD), la Mancha Amarilla (YBD) y la Muerte Rápida (RWD) (13, 14, 15, 16).

Aunque no existen buenas series de datos para documentar la evolución de los recursos pesqueros arrecifales, es muy evidente el nivel de sobrepesca y de agotamiento de las poblaciones de organismos comerciales en numerosas áreas coralinas del mundo (1, 17). Ya a mediados de los años ochenta se registraba en las pesquerías con nasas de Jamaica una reducción de más del 80% en la captura por unidad de esfuerzo, frente a niveles obtenidos apenas 15 años atrás (3). Especies de gran valor como pargos, meros, chernas, langostas, cangrejas y caracoles son ya muy raras o de tallas reducidas tanto en el arrecife como en las capturas de los pescadores arrecifales. En su lugar, donde aún subsisten pesquerías, se capturan



ahora especies no tradicionales y consideradas anteriormente de baja calidad para el consumo, como peces loros (*Scaridae*), cirujanos (*Acanthuridae*), isabelitas (*Pomacanthidae*) y cachúes (*Balistidae*).

Casi simultáneamente con la reducción de la cobertura coralina y la casi desaparición de organismos arrecifales importantes, se han detectado otros cambios considerables en la estructura y función del ecosistema coralino. Uno de los casos más notables, en el Gran Caribe, ha sido la reducción del herbivorismo (como consecuencia de la muerte masiva del

por las masas de algas vecinas. Debido a la complejidad de interacciones biológicas del ecosistema arrecifal, y aunque no se han detectado o documentado, se suponen muchos otros cambios como consecuencia de las recientes alteraciones.

### EL ORIGEN DEL PROBLEMA

A pesar de que se ha discutido ampliamente, la identificación de las causas principales del deterioro del ecosistema arrecifal coralino ha resultado incierta o imposible en muchos casos, debido a la escasez de buenas bases de datos.

deterioro reciente ha sido generada mayormente por el hombre o por agentes naturales, pero si se reconoce al menos que buena parte de los daños sufridos por los arrecifes en muchas partes del mundo es consecuencia de agentes antropogénicos. Queda la duda todavía incluso de si algunas de las causas calificadas como naturales, como blanqueamientos masivos o epidemias, lo son en realidad o han sido desatadas por el deterioro de la calidad del ambiente marino generado por el desarrollo de la civilización humana. Entre las causas primarias se reconocen las siguientes (1, 4, 15):



Las algas son ahora el grupo de organismos dominante en muchos arrecifes degradados y con frecuencia se les encuentra cubriendo y afectando las colonias coralinas.  
Banco Serrana, San Andrés, 1995.

erizo *Diadema* y la disminución de otros herbívoros por sobrepesca) y la proliferación de las algas (4,6). En muchos arrecifes alterados, las algas han desplazado a los corales y son actualmente el grupo dominante en la cobertura del sustrato arrecifal. Es frecuente observar ahora a las colonias coralinas siendo invadidas y afectadas

En general se acepta que el problema es muy complejo y que con frecuencia han actuado simultáneamente diversos factores, tanto de origen natural como antrópico, de modo que efectos aditivos y/o sinérgicos pueden haber acentuado los procesos de degradación. De esta forma, no es posible en estos momentos saber con certeza si la problemática del

MILES DE ISLAS, COMO NUESTRA SAN ANDRÉS EN EL CARIBE, HAN SIDO ERIGIDAS CASI TOTALMENTE POR EL CRECIMIENTO DE ARRECIFES CORALINOS Y SU SUPERVIVENCIA, ASÍ COMO LA DE NUMEROSAS ÁREAS COSTERAS, DEPENDE EN GRAN MEDIDA DE LA EXISTENCIA DE LOS CORALES.

- **Deforestación** de áreas costeras y continentales, con el consecuente incremento de los niveles de sedimentación, turbidez y nutrientes.
- **Calentamiento global y eventos del fenómeno de «El Niño»**, que han generado frecuentes aumentos de la temperatura marina y blanqueamientos masivos.



- **Contaminación por aguas negras**, producto de las descargas directas y sin tratamiento de los alcantarillados de la mayoría de las ciudades costeras, además de la contribución de ciudades interiores que llega a través de los ríos, generando incrementos en los niveles de nutrientes, sedimentación y turbidez.
- **Mortandad de *Diadema antillarum***, erizo herbívoro que casi desapareció del Caribe. Su ausencia disparó la proliferación de las algas.
- **Enfermedades epidémicas**, que han reducido drásticamente las poblaciones de varios corales importantes y otros organismos del arrecife y al parecer continúan aumentando en variedad e incidencia.
- **Sobrepesca**, que ha diezmando las poblaciones de numerosos peces y otros organismos comerciales, contribuido a la reducción del herbivorismo (y la consecuente proliferación de

las algas) y generado posiblemente otros desequilibrios en el ecosistema.

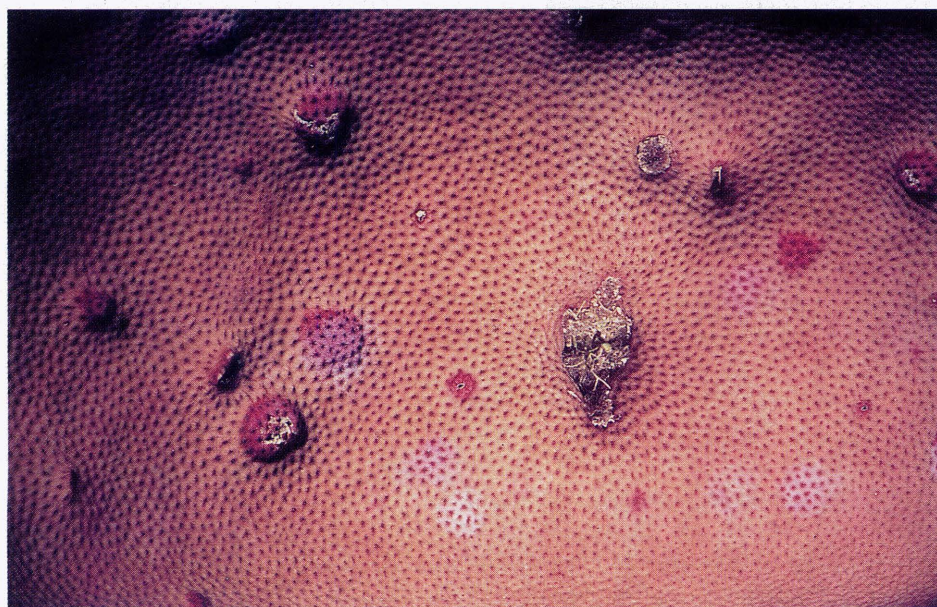
Otros factores de deterioro, de incidencia e impacto más restringido, son los huracanes y tormentas (fragmentación y otros daños físicos), la alteración del cauce de los ríos (sedimentación, turbidez y nutrientes), la contaminación química (hidrocarburos, pesticidas, metales pesados), la pesca con dinamita y las actividades náuticas (navegación, buceo, natación).

### LA SITUACIÓN EN COLOMBIA

Debido a la presencia de grandes ríos y la dominancia de ambientes sedimentarios, los arrecifes coralinos son escasos en las costas colombianas y por ello representan aquí un tesoro más preciado que en otras naciones con formaciones extensas. Se estima que menos de un 10% de la franja costera en el Caribe colombiano alberga desarrollos coralinos. Los más extensos se encuentran precisamente lejos de nuestras costas

continentales, en los alrededores de islas, cayos y bajos oceánicos del Archipiélago de San Andrés y Providencia en el Caribe occidental. Otros sectores coralinos importantes en el Caribe colombiano son la región de Santa Marta (incluyendo el Parque Natural Tayrona), las Islas del Rosario (al suroeste de Cartagena), las Islas de San Bernardo (frente al Golfo de Morrosquillo) y la costa noroeste del Golfo de Urabá (en límites con Panamá) (18). En el Pacífico colombiano el desarrollo coralino es aún mucho menor, con los arrecifes más importantes en la Isla Gorgona.

Desafortunadamente todos los síntomas y factores principales de deterioro del ambiente coralino (reseñados en las secciones anteriores) han sido observados también en los últimos 20 años en prácticamente todas las áreas arrecifales colombianas, en particular en las de la costa Caribe (11, 15, 18, 19, 20). La cobertura de coral vivo, en términos generales, parece haber descendido a un nivel pro-



LA ENFERMEDAD DE LOS LUNARES OSCUROS (DSD), RECIENTEMENTE DESCUBIERTA EN ARRECIFES DEL CARIBE COLOMBIANO, ATACA CORALES DE LOS GÉNEROS *Montastraea*, *Siderastrea* Y *Stephanocaenia* PRINCIPALMENTE. Capurganá, Urabá Chocoano, 1995.



medio de 20%-30% del sustrato duro disponible, como se ha determinado en San Andrés, las Islas del Rosario, las Islas de San Bernardo y la región de Santa Marta. La mortandad masiva de corales, como en otros sectores del Caribe, ocurrió aquí, sobre todo, desde fines de los años setenta y durante los ochenta. Este proceso parece sin embargo haberse detenido, al menos en algunas áreas, como lo sugieren datos preliminares sin publicar del grupo de estudios arrecifales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), ya que la cobertura de coral vivo no ha variado entre 1993 y 1996 en estaciones de monitoreo de la Bahía de Chengue (Parque Natural Tayrona). En otro estudio llevado a cabo recientemente por el grupo de INVEMAR y con el apoyo de Colciencias (18, 19), se documentó que inclusive los atolones y cayos remotos del Archipiélago de San Andrés, como Bolívar, Albuquerque, Serrana y Roncador, muestran signos de deterioro avanzado, como sobreexplotación pesquera, reducción de la cobertura de coral vivo, proliferación de algas, alta incidencia de enfermedades coralinas y ocurrencia de eventos de mortandad masiva de organismos arrecifales. Por supuesto, varios de estos síntomas han resultado mucho más acentuados en arrecifes ubicados cerca de centros urbanos, como los de las Islas del Rosario y la Isla de San Andrés. El caso de San Andrés es particularmente dramático, pues se trata de una de las islas más densamente pobladas del mundo (1548 hab/km<sup>2</sup> a finales de los ochenta) y en varios de sus arrecifes ubicados cerca de la ciudad se observan ya niveles de mortalidad coralina cercanos al 100% (15).

OTRA ENFERMEDAD CORALINA NUEVA EN *Montastraea annularis* DEL BAJO SERRANA (SAN ANDRÉS), POSIBLEMENTE CORRESPONDE A LA MUERTE RÁPIDA (RWD), QUE ESTÁ SIENDO ESTUDIADA ACTUALMENTE EN VARIOS LUGARES DEL CARIBE.



En los arrecifes de la costa Pacífica, alejados todos de centros urbanos, la situación parece ser menos grave que en el Caribe, a pesar de que en 1982-83 sufrieron también mortandades masivas de corales causadas por el fenómeno de «El Niño» (10). Además, parece que han sido sometidos a bajos niveles de explotación pesquera, como lo sugiere la evidente abundancia actual de peces grandes de valor comercial.

#### PERSPECTIVAS

Frente a la situación de avanzado deterioro que han alcanzado los arrecifes coralinos en los últimos años y al fuerte ritmo de crecimiento de la población humana, que se estima pasará de 5400 a 8500 millones de personas en el año 2025, el futuro de este valioso y espectacular ecosistema se ve seriamente amenazado (1, 21). Se calcula que el proceso de deterioro seguirá avanzando intensivamente, teniendo en cuenta que la mayor parte del crecimiento poblacional se dará en los países en desarrollo (donde se hallan concen-

---

**LAS SELVAS  
TROPICALES Y LOS  
ARRECIFES CORALINOS SON  
LOS ECOSISTEMAS DE  
MAYOR DIVERSIDAD  
BIOLÓGICA DEL MUNDO.**

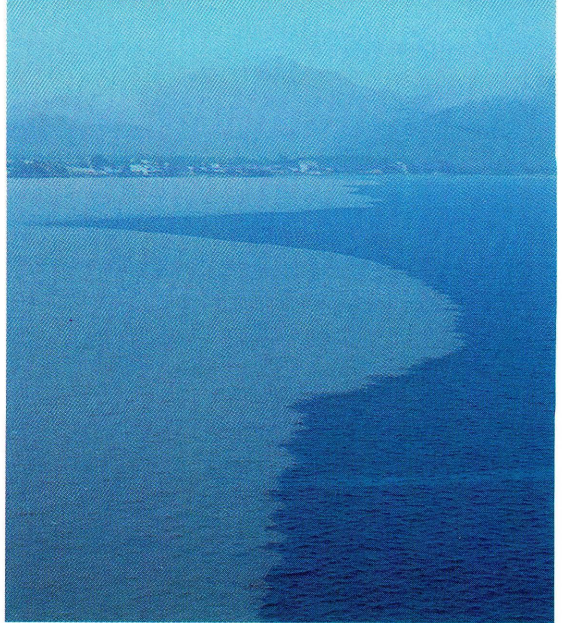
---

tradas las formaciones coralinas). Por lo tanto, la presión sobre los recursos pesqueros subsistentes se hará aún mayor y se incrementará el aporte de sedimentos, nutrientes y otros contaminantes a través de los ríos y las descargas de aguas negras. A su vez, el cambio climático global (también originado por el desarrollo de la civilización humana) se reflejará en un aumento de la temperatura global promedio de 2°-4°C para el año 2100, por lo que se espera que los eventos de blanqueamiento coralino se tornen más frecuentes e intensos. No obstante, esta elevación de temperatura podrá generar también nuevas áreas marginales para la colonización arrecifal.



EL INCREMENTO EN EL APORTE DE SEDIMENTOS A LAS ÁREAS COSTERAS, CONSECUENCIA PRIMORDIALMENTE DE LA DEFORESTACIÓN, SE IDENTIFICA COMO UNO DE LOS FACTORES MAS IMPORTANTES EN EL DETERIORO DE LOS ARRECIFES CORALINOS CONTINENTALES.

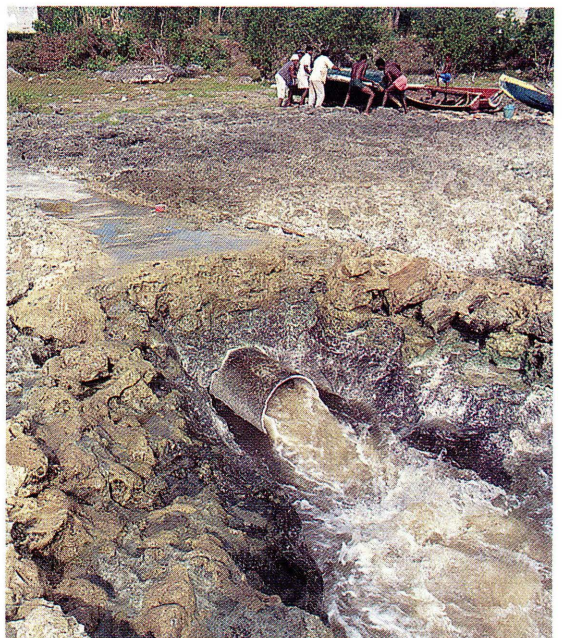
*Bahía de Santa Marta luego de un aguacero fuerte, 1983.*



Afortunadamente, paralelo al incremento de su deterioro en las últimas décadas, también ha habido un crecimiento considerable del interés por el conocimiento y la conservación de los arrecifes de coral entre muchos sectores de la sociedad. Los medios de comunicación y el ecoturismo han contribuido enormemente a difundir el gran valor de este ecosistema entre el público en general. Preocupados por la problemática del deterioro, los científicos y entidades de todo el mundo han intensificado el estudio del ambiente arrecifal y cada año se gestan nuevos programas de monitoreo, redes cooperativas de investigación, sociedades e iniciativas en torno al tema. Entre estos vale la pena citar la Red de Monitoreo Global de Arrecifes de Coral (GCRMN), la Iniciativa Internacional de Arrecifes de Coral (ICRI), la Sociedad Internacional de Arrecifes Coralinos (ISRS), y el Año Internacional del Arrecife Coralino (IYOR) que se está celebrando actualmente. Especial mención merece el programa CARICOMP (Caribbean Coastal Marine Productivity), una de las pocas redes de monitoreo efectivamente funcionales, que involucra 25 instituciones de 16 países del Gran Caribe, incluyendo al INVEMAR en representación de Colombia, y que ha estado tomando información de forma cooperativa y estandarizada desde fines de 1992 hasta hoy sin interrupción (22). En Colombia el interés por los arrecifes de

coral también ha crecido grandemente, lo cual se aprecia al analizar el número de trabajos realizados en ambientes coralinos de la costa Caribe en las últimas cuatro décadas: 7 en los años 60's, 70 en los 70's, 114 en los 80's y 138 en lo que va corrido de los 90's (recopilación bibliográfica del autor). Igualmente, hace menos de un año se constituyó la Sociedad Colombiana para el Estudio y Conservación de los Arrecifes Coralinos (SCCAR) y a fines del año pasado Colciencias organizó la formulación de un «Plan Estratégico Cuatrienal (1997-2000) de Investigación en Arrecifes Coralinos».

Ante la enorme complejidad del problema del deterioro del ecosistema coralino no podemos adoptar una actitud de impotencia y cruzarnos de brazos. Es cierto que parar la deforestación mundial o evitar el cambio climático global resulta imposible en la actualidad, pero, es prioritario desarrollar diversas acciones que con-



Ⓜ LAS DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS, DIRECTAMENTE EN LA COSTA Y SIN TRATAMIENTO, CONSITUYEN OTRO DE LOS AGENTES MAYORES DE DEGRADACIÓN CORALINA, POR SU APORTE DE NUTRIENTES, SEDIMENTOS Y OTROS MATERIALES CONTAMINANTES.

*San Andrés, 1992*

tribuyan a conocer, promover, valorar, proteger y conservar el ecosistema. Frente a la falta de información sobre los factores que determinan la estructura, función y salud de los arrecifes, es necesario aplicar el principio de precaución y adoptar una aproximación conservadora al tomar decisiones relacionadas con la explotación de sus recursos. Entre tanto es



fundamental continuar intensificando la investigación básica y aplicada, ampliando a su vez los programas de monitoreo, de modo que podamos contar cada día con

mejores elementos de juicio para adoptar las medidas de manejo acertadas. Entre estas últimas, es urgente hacer verdaderamente efectivos el control y la protección

en las áreas de reserva o parques naturales y establecer sistemas de tratamiento y disposición adecuados de las aguas negras de las ciudades costeras.&



## BIBLIOGRAFÍA

1. BIRKELAND, C. (ed.). 1997. Life and death of coral reefs. **Chapman & Hall**, New York, 536 P
2. SOROKIN, Y.I. 1990. Aspects of trophic relations, productivity and energy balance in coral-reef ecosystems: 401-410. Dubinsky, Z. (ed.): **Coral reefs**. Elsevier Sci. Publ., Holanda
3. MUNRO, J.L.(ed.). 1983. Caribbean coral reef fishery resources. **ICLARM Studies & Reviews** 7: 276 p.
4. GINSBURG, R.N. (Compilador). 1994. **Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs. Health, Hazards and History**. RSMAS, University of Miami, Miami, 420 p.
5. LESSIOS, H.A. (ed.). 1996. **Abstracts 8th International Coral Reef Symposium. Smithsonian Trop. Res. Inst.**, Panama, 226 p.
6. HUGHES, T.P. 1994. "Catastrophos, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef". **Science** 265: 1547-1551.
7. LESSIOS, H.A.; ROBERTSON, D.R. & CUBIT, J.D.. 1984. "Spread of *Diadema* mass mortality through the Caribbean". **Science**, 226: 335-337.
8. GARZÓN FERREIRA, J., I. & ZEA, S. 1992. "A mass mortality of *Gorgonia ventalina* (Cnidaria: Gorgoniidae) in the Santa Marta area, Caribbean coast of Columbia". **Bull. Mar. Sci.**, 50(3): 522-526.
9. SMITH, G.W.; IVES, L.D.; NAGELKERKEN, I.A. & RITCHIE, K.B. 1996. "Caribbean sea-fan mortalities". **Nature**, 383: 487.
10. GLYNN, P.W. 1990. Coral mortality and disturbances to coral reefs in the tropical eastern Pacific: 55-126. En Glynn, P.W.(ed.): **Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño Southern Oscillation**. Elsevier Oceanogr. Ser., Holanda.
11. GARZÓN-FERREIRA, I. & KIELMAN, M. 1994. Extensive mortality of corals in the Colombian Caribbean during the last two decades. **Proc. Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs, Health, Hazards and History**. University of Miami, Miami: 247-253.
12. GLYNN, P.N. "Coral bleaching: ecological perspectives". **Coral Reefs**, 12: 1-17.
13. SANTAVY, D.L. & PETERS, E.C. 1997. Microbial pests: coral disease in the Western Atlantic. **Proc. 8th Intern. Coral Reef Symp.**, Panamá: en prensa.
14. PETERS, E.C. 1997. Diseases of coral reef organisms. En Birkeland, C. (ed.): **Life and death of coral reefs**. Chapman & Hall, New York, 536 p.
15. DIAZ, J.M.; GARZÓN-FERREIRA, J. & ZEA, S.. 1995. Los arrecifes coralinos de la Isla de San Andrés, Colombia: estado actual y perspectivas para su conservación. **Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Alvarez Lleras**, 7:, 1-150.
16. YOON, C.K. 1997. Mysterious new diseases devastate coral reefs. **New York Times**, ago. 19 de 1997.
17. ROGERS, C. S. 1985. "Degradation of Caribbean and Western Atlantic coral reefs and decline of associated fisheries". **Proc. 5th Intern. Coral Reef Symp.**, 6: 491-496.
18. DIAZ-PULIDO, G.; GARZÓN-FERREIRA, J.; GEISTER, J.; SÁNCHEZ, J.A. & ZEA, S. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I. Complejos Arrecifales Oceánicos. INVEMAR, Santa Marta, **Serie de Publicaciones Especiales** 2: 83 p.
19. DÍAZ, J.M.; SÁNCHEZ, J.A.; ZEA, S. & GARZÓN-FERREIRA, J. 1996. Morphology and marine habitats of two southwestern Caribbean atolls: Albuquerque and Courtown. **Atoll Res. Bull.** 435: 1-33.
20. RAMÍREZ, A.; MIRANDA, D. & VIÑA, G. 1994. Estructura arrecifal del Archipiélago de San Bernardo (Mar Caribe, Colombia), estudio de línea de base. **Trianea (Act. Cient. Técn. Inderena)**, 5: 189-219.
21. WILKINSON, C.R. & BUDDEMEIER, R.W. 1994. Global climate change and coral reefs: implications for people and reefs. IUCN, Gland, Suiza, 124 p.
22. STEYAERT, M. 1996. "Productividad marina costera en el Caribe": CARICOMP: 117-122. En: **Ciencia y Tecnología en América Latina y el Caribe**. UNESCO, Montevideo, 127 p.