

---

# Ecosistemas costeros de la costa Caribe Colombiana: biodiversidad y caracterización ambiental

## Coastal ecosystems in the Colombian Caribbean coast: biodiversity and environmental characterization

LÉON, Ricardo Alvarez 1

1 Fundación Maguaré (Caldas), Colombia

Autor para correspondência: alvarez\_leon@hotmail.com

Recebido em 18 de fevereiro de 2009; aceito em 05 de dezembro de 2009

### RESUMO

*Se ofrece una síntesis sobre los ecosistemas costeros del Caribe colombiano, discutiendo sobre las especies, antecedentes de su utilización tradicional e industrial, así como sobre las particularidades de su productividad, distribución, extensión y situación actual. Con base en los avances obtenidos en los trabajos realizados, se sugieren las líneas prioritarias de investigación que permitan completar el conocimiento de estos ecosistemas (arrecifes coralinos, manglares, praderas de fanerógamas) a fin de asegurar su manejo sustentable.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *biodiversidad, arrecifes coralinos, manglares, arrecifes, praderas, caribe, colombia*

### ABSTRACT

*This paper offers a synthesis on the coastal ecosystems in Colombian Caribbean, discussing the species, antecedents of their traditional and industrial usage, as well as the particularities of their productivity, distribution, extension, and current situation. Based in the advances obtained in the works carried out, the lines of priority investigation are suggested so as to complete the knowledge of the coastal ecosystems (coral reefs, mangroves, seagrasses), in order to assure their sustainable handling.*

**Key words:** *biodiversity, coral reefs, mangroves, seagrasses, caribbean, colombia*

## I. INTRODUÇÃO

Los ecosistemas costeros del Caribe incluyen, los arrecifes de coral, las praderas de *Thalassia*, las algas, pantanos de manglar, estuarios, las lagunas costeras, el subtidal arenoso y fangoso y el intertidal rocoso. En Colombia, la región marina y continental, incluye ocho parques nacionales y cinco áreas protegidas, santuarios y bosques de reserva (2000 km<sup>2</sup> aproximadamente) que cubren e incluyen todos los ecosistemas marinos y terrestres ya nombrados (ÁLVAREZ-LEÓN, 1986, 1989; SÁNCHEZ-PÁEZ et al., 1997; SÁNCHEZ PAEZ; ÁLVAREZ-LEÓN, 2002).

El área considerada en este trabajo, comprende las costas continentales del Caribe colombiano, excepto las de las áreas insulares del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. El Caribe colombiano comparte las características de la cuenca de este mar, y su litoral continental situado en el Caribe S al NW de Suramérica, su litoral continental se extiende desde los 11° 50' N y 71° 20' W (Castilletes) hasta los 09° 50' N y 77° 21' W (Cabo Tiburón). Contiene la mayoría de los tipos de ecosistemas marinos y hábitat del Atlántico tropical occidental. Por otra parte, la heterogeneidad ecológica del área influye también en la elevada diversidad de especies, aumentada, además, por la existencia de amplias zonas estuarinas, lo cual conlleva consigo una intensa influencia de las aguas salobres, que a veces se deja sentir hasta muchos kilómetros aguas afuera (CAÑÓN-PÁEZ; SANTAMARÍA-DEL ANGEL, 2003).



Fig. 1. Áreas continentales y marinas del Caribe colombiano:  
[http://www.voyagesphotosmanu.com/mapa\\_geografico\\_colombia.html](http://www.voyagesphotosmanu.com/mapa_geografico_colombia.html)

La morfología costera y las áreas marinas de la costa caribeña de Colombia (Fig. 1), se pueden categorizar y dividir en ocho Sectores o Provincias (ÁLVAREZ-LEÓN, 1986, 1989; CORPES-CA, 1992; MOLINA et al., 1998), a continuación se transcribe la descripción de Botero-Arboleda y Álvarez-León (2000):

**-Península de Guajira:** desde el extremo norte del Departamento de la Guajira hasta la boca del río Palomino, la zona costera es principalmente desértica. La sección norteña de costa es muy rocosa, mientras los sectores medio y sur son depósitos de clásticos continentales y marinos. La ausencia de barreras topográficas permite un viento fuerte y la acción de las olas en el borde costero. Huracanes y las periódicas olas fuertes también contribuyen a la erosión de la costa. La plataforma continental es ancha y posee extensas praderas de algas y alguna fauna marina endémica (DÍAZ-MERLANO et al., 1996).

**-Sierra Nevada de Santa Marta:** desde la boca del Río de Palomino hasta el nordeste de la ciudad de Ciénaga, la costa se caracteriza por rocas ígneas y metamórficas con una topografía montañosa, algunas de las cuales penetran en el mar, el cual forma bahías pequeñas y entradas con las playas arenosas, praderas de fanerógamas y arrecifes de coral estrechos. La plataforma continental es muy estrecha, debido a que está ausente la acreción por los procesos sedimentarios. Hay vulnerabilidad baja para la acción de las olas y para el proceso de erosión debido a la fuerte consistencia litológica.

**-Delta del Río Magdalena:** desde la ciudad de Ciénaga hasta Bocas de la Ceniza en la boca del río Magdalena hay una zona costera baja, sujeta a las inundaciones y el aporte de sedimentos terrígenos, arcillas y arenas. La barra de arena grande que forma la Isla de Salamanca contiene una variedad de ambientes como el manglar, salitrales y llanuras de inundación, lagunas costeras, dunas de arena y playas. Es muy vulnerable a las olas y a la acción del viento, y está sujeta a los procesos erosivos. La plataforma continental y su declive probablemente está atravesada por cañones submarinos construidos por la boca vieja del río de Magdalena.

**-Caribe Central:** desde las Bocas de la Ceniza o boca principal del río Magdalena hasta Cartagena, las colinas de la piedra sedimentarias terciarias alternan con los depósitos cuaternarios fluviales. Hay un considerable movimiento de los sedimentos de la boca del río Magdalena (132.92x10<sup>6</sup> ton/año). La plataforma continental tiene rangos en la anchura de 5 a 30 km, está constituida por arenas terrígenas y cienos arenosos, La corrosión y la acreción es crítica en este área y afecta diversa infraestructura humanas. En la zona litoral dominan las playas arenosas modificadas por la acción de las fuertes olas, se encuentra interrumpida por las formaciones rocosas y arena, que obstruyen las entradas a las lagunas costeras como la Ciénaga de la Virgen o de Tesca. El diapirismo de barro o de fango es común.

**-Cartagena-Punta de Piedra e Isla Fuerte:** costa de rocas sedimentarias terciarias, mezclada con diferentes depósitos cuaternarios. Se localizan dos deltas de importación en este sector, (a) Canal del Dique que une a la

bahía de Cartagena con el río Magdalena, se encuentra protegida de las olas y de la acción de la marea por la bahía de Barbacoas, y (b) Delta de Tinajones (desembocadura del río Sinú), se forma la acción de las olas y de la energía fluvial. En el sector, los grandes procesos de acreción originan y alimentan de los deltas. La plataforma continental se cubre con los sedimentos terrígenos y los arrecifes de coral, éstos últimos se encontrándose alrededor de los Archipiélagos de Islas del Rosario y de Islas de San Bernardo, e Isla Fuerte.

**-Punta de Piedra (Isla Fuerte)-Punta Caribana:** constituida litológicamente por lodolitos y turbiditos. La erosión es intensa en esta área y afecta varias actividades humanas. La plataforma continental es ancha aquí y se caracteriza por los sedimentos terrígenos. El diapiatismo de barro o fango es común en la plataforma y en el continente.

**-Golfo de Urabá:** el paisaje de esta región se define principalmente por las llanuras aluviales y bosques de manglar. El golfo muestra la acreción sedimentaria más grande encontrada en la costa caribeña colombiana y se relaciona con la progradación rápida del río Atrato (2740 m<sup>3</sup>/seg.) y su sistema deltáico.

**-Daríen:** ésta es una zona montañosa constituida principalmente por rocas volcánicas terciarias organizadas en los precipicios discontinuos, separados por los valles aluviales. Hay erosión costera muy baja. La plataforma continental posee cienos de origen terrígenos y bioclásticos, tiene además arena y formaciones de coral, a lo largo de la zona litoral rocosa.

Si bien la zona costera se ve influenciada por los fenómenos generales de la región, existen condiciones locales que le dan rasgos diferenciales y característicos.

Tabla 1: Características diferenciales de las zonas SW y NE del Caribe colombiano, modificado a partir de Álvarez-León (1993)

Zona SW	Zona NE
Plataforma continental ancha.	Plataforma continental angosta.
Topografía costera plana, con pequeñas elevaciones.	Topografía costera abrupta, con elevaciones de hasta 5852 m en la Sierra Nevada.
No hay fenómenos de surgencia.	Surgencia estacional muy fuerte, con varios focos de intensidad variable.
Precipitación media (> 650 mm promedio).	Precipitación baja (250 mm promedio).
Desembocan los tres ríos más importantes y caudalosos*	Sin ríos caudalosos, algunos son prácticamente estacionales.
Clima semiárido – semihúmedo.	Clima árido y seco.
Aguas típicamente tropicales y cálidas (>28° C promedio anual) poca variación estacional.	Aguas más frías ( 27° C promedio anual amplias variaciones, cambios drásticos.
Aguas salobres (< 35 ppm promedio anual).	Aguas oceánicas (> 35 ppm promedio anual).
Aguas claras, fuertes corrientes de turbidez.	Aguas claras todo el año.
Presencia de una falla (Beata) geológica importante.	Presencia de dos fallas (Colombia, Oca) geológicas importantes.
Manglares bien desarrollados en extensión y estructura, especialmente en el Canal del Dique y Bahía de Cispatá.	Manglares poco desarrollados en extensión y estructura, con excepción de los presentes en la Ciénaga Grande de Santa Marta.
Arrecifes coralinos bien desarrollados en extensión y profundidad, hasta los 50 m.	Arrecifes coralinos poco desarrollados, restringidos hasta los 25 – 30 m.
Praderas marinas poco desarrolladas pero ampliamente distribuidas y asociadas a los arrecifes, praderas y manglares.	Praderas marinas bien desarrolladas pero reducidas en su distribución, asociadas a los arrecifes, praderas y manglares.

\* Magdalena (7106 m<sup>3</sup>/seg.), Atrato (2740 m<sup>3</sup>/seg.), Sinú (373 m<sup>3</sup>/seg.), según Restrepo y Kjerfve (2000a, 2000b)

## II. Hábitat representativos

Los principales ecosistemas que son característicos del Caribe colombiano en razón de su productividad y la biodiversidad que propician, están representados por los arrecifes coralinos, las zonas de manglar, las praderas de fanerógamas y las playas rocosas y fango-arenosas.

Los manglares están generalmente asociados a las desembocaduras y deltas de los principales ríos y cuya carga sedimentaria es considerable: Magdalena ( $143.9 \times 10^6$  ton / año), Atrato ( $11.26 \times 10^6$  ton / año) y Sinú ( $6.1 \times 10^6$  ton / año) (RESTREPO; KJERFVE, 2000a, 2000b). Los arrecifes coralinos en cambio están estrechamente asociados a las zonas costeras de baja profundidad e influenciadas por las aguas claras, en general provenientes de las aguas oceánicas; los sustratos son arenosos o fango-arenosos en especial cuando se han originado en áreas de activo diapirismo de lodo, como es el caso del Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario.

Las praderas de fanerógamas especialmente de los géneros *Thalassia*, *Halodule* y *Syringodium*, se encuentran asociadas también a fondos arenosos, situados cerca o entre los ecosistemas de manglar y de coral, que se hallen en aguas claras o levemente turbias. Por su complejidad y con el ánimo de tener una visión lo más aproximada y completa posible sobre el Caribe colombiano se ofrece una síntesis sobre tres de los ecosistemas más representativos, de acuerdo a las recomendaciones para la conservación del Gran Caribe, para el desarrollo y manejo de recursos en la zona costera y dentro de la estrategia mundial para la conservación. Debido a los diferentes temas objeto del análisis y al concepto específico de zonación, donde se explican los límites de cada uno de los aspectos así como su correspondencia tanto con la división político-administrativa como con los diferentes temas tratados.

Obviamente tratándose del ambiente muchas de estas divisiones a veces se combinan o traslapan al analizar un recurso o un ecosistema máxime cuando trata de recursos que por su dinámica y los múltiples factores que intervienen, pueden ocupar diversas zonas.

Por lo tanto, mientras los aspectos geomorfología y sedimentología, meteorología y oceanografía describen el marco de referencia físico y químico, los de arrecifes coralinos, manglares y pastos marinos señalan la importancia de las tres comunidades más productivas de las áreas tropicales, y el de bahías, estuarios, ciénagas y lagunas costeras, los ecosistemas costeros típicos por su idoneidad para la reproducción, crianza, alimentación y refugio de multitud de recursos acuáticos, anfibios y terrestres. Como caso especial se tratan las áreas de migración y anidación de aves y tortugas así como las áreas del sistema Parques Nacionales Naturales. Las tres actividades de aprovechamiento más importantes, que se realizan sobre los recursos naturales son: exploración geofísica y el aprovechamiento de hidrocarburos, exploración y aprovechamiento de los recursos pesqueros y, acuicultura marina y continental.

## III. Caracterización ambiental

### 3.1. Meteorología

Lecarpentier, Umaña y Vega (1975) describieron los fenómenos locales relativos a los aspectos pluviotérmicos, regímenes y frecuencias pluviométricas, evapotranspiración y balances hídricos, en las costas colombianas del Caribe.

Para el análisis pluviotérmico se utilizaron los elementos clásicos como la temperatura y precipitación anuales, pues como se sabe, excepto en las zonas montañosas la precipitación es el mejor criterio para identificar y definir matices climáticos. Lógicamente la mayor sequía corresponde a la Guajira, lo mismo que en las inmediaciones de Santa Marta, en donde sin embargo existen condiciones locales propias. Otra zona semiseca está ubicada en los Departamentos de Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba; sin embargo, las lluvias no decrecen sistemática y paulatinamente del interior hacia la costa, pues se observa una localidad de fuerte sequía en los alrededores de Zambrano (Bol.) mientras que en la serranía de San Jacinto se incrementan notablemente las precipitaciones por los lados de María La Baja (Bol.). Los sectores más lluviosos corresponden a las zonas montañosas y se supone, por su altura, que las precipitaciones presentan una disminución por encima del óptimo pluviométrico, en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Analizando un período de 20 años de observaciones se advierte que, el régimen anual de lluvias tiene una gran variabilidad interanual, así en un lapso de cinco años se puede esperar, por término medio, una diferencia de más de 500 mm entre el año más húmedo y el más seco. En algunas regiones las lluvias de invierno pueden, en un año sobre cinco, ser inferiores al límite de 400 mm (restrictivo para la agricultura), en esta categoría están la Guajira, Santa Marta, el Departamento del Atlántico, parte de Bolívar y el Valle bajo del río Sinú, allí la sequía en ciertos años puede volverse limitante para las actividades agropecuarias, si no se dispone de riego o de una capa freática permanente.

Cualquiera que sea el total de lluvias en el curso del año, otro factor limitante es la excesiva concentración e intensidad de las mismas en un corto tiempo; dicha concentración se presenta durante los veranos pero también influye negativamente sobre encharcamientos e inundaciones y sobre el potencial erosivo. La distribución anual de lluvias más irregular e imprevisible abarca el Departamento de la Guajira y la franja costera de los Departamentos de Magdalena, Atlántico y Bolívar, en cambio la distribución más regular

corresponde a las llanuras del bajo Magdalena y las montañas especialmente las del Departamento de Antioquia.

Como era de esperar se comprobó que la Guajira (Alta y Media) es la más desfavorecida, pues muestra la mayor concentración en menor tiempo, mayor irregularidad y un balance hídrico altamente negativo que origina condiciones muy desfavorables para la vegetación ya que la estación seca dura ocho meses y la lluvia no supe ni la quinta parte del agua necesaria. La Baja Guajira, los alrededores de Santa Marta y la Isla del Rosario (Mag.) hasta La Barcés (Suc.) son también secas pero no por escasez de lluvias sino porque evapotranspiración es mayor, por lo que la demanda de riego es más alta. En los Departamentos del Atlántico y Bolívar las condiciones a veces son peores por la concentración y periodicidad de la precipitación. Entre La Barcés (Suc.) y Yuca (Cór.) es ligeramente más húmeda que la anterior, es un sector de transición, pues abarca sectores semi-secos (Golfo de Morrosquillo) y subhúmedos (Serranía de San Jacinto); no son tan acusados la concentración e irregularidad interanual de la precipitación (excepto la franja litoral). Entre Ciénaga (Mag.) y el río Fundación (Mag.) hay una mayor evapotranspiración que en la anterior, la concentración e irregularidad de la precipitación son regulares. De Yuca (Suc.) a Necoclí (Ant.) hay llanuras inundables y tablas freáticas que contribuyen a mantener una humedad suficiente, las lluvias son abundantes y de aceptable vaporización. En la zona costera del Golfo de Urabá, la precipitación casi siempre alcanza a suplir la mayor parte de la demanda, y por ello no se presentan problemas de deficiencia. La Sierra Nevada de Santa Marta es posiblemente la más compleja pues presenta una gama completa de climas hídricos, desde vertientes bajas semi-secas al oeste y suroeste hasta sectores muy húmedos y luego pisos altitudinales de clima frío (LECARPENTIER et al., 1975).

### 3.2. Hidrografía y Oceanografía

La corriente dominante en el Caribe sur es de dirección este-oeste, corriente de Guayanas, entra en el Caribe como corriente del Caribe. A partir de la desembocadura del río Magdalena hacia el sur, tiene lugar la confluencia de la contra-corriente del Darién, más cálida que desplaza a las aguas de la corriente del Caribe, aguas afuera. Esta confluencia tiene variaciones a lo largo del año.

Esta contra-corriente del Darién, se desplaza desde Panamá hacia el nordeste hasta por lo menos la altura de Barranquilla (Atl.) (Fig. ) en tanto que una corriente litoral se desplaza hacia el sur arrastrando las aguas del Magdalena especialmente en la época de lluvias (Noviembre) cuando la descarga del río alcanza su máximo de 11.500 m<sup>3</sup>/seg, formándose un frente de turbidez hasta una distancia cercana a los 10 km de la costa y también torbellinos o células ciclónicas de mayor o menor dimensión en dirección sur. La contra-corriente cálida del Darién, baña las costas de los archipiélagos de las islas del Rosario y de San Bernardo; por su elevada temperatura y carácter oceánico, estas aguas, claras y transparentes, permiten el desarrollo de una gran biodiversidad, tanto en los corales pétreos hermatípicos como en los organismos vinculados a las formaciones arrecifales.

Los tres grandes ríos (Magdalena, Sinú, Atrato) que vierten sus aguas en el Caribe colombiano influyen diferencialmente en la circulación costera y el aporte de sólidos en suspensión proporcionalmente a su aforo, carga y estacionalidad. El Magdalena situado como tercero en Suramérica después del Amazonas y Orinoco y 21 en el mundo, con aportes calculados en 9.4 - 11.500 m<sup>3</sup> / s (estación húmeda) y 2.4 - 3.500 m<sup>3</sup> / s (período seco) (Wüst, 1964) o 6.500 - 7.500 m<sup>3</sup> / s como promedio (Kaufmann y Hervert, 1973; Lerman, 1981) no dejan duda sobre las modificaciones que induce en los patrones de circulación, sedimentación y distribución de especies de invertebrados y vertebrados.

Varios trabajos permitieron determinar la extensión e influencia de los aportes fluviales del Magdalena en su desembocadura, con base en el análisis de las salinidades y las partículas en suspensión. La difusión de las aguas tiene un fuerte gradiente de salinidad (31 a 20 ppm) en el eje frente a la desembocadura. Se concluye que existen tres direcciones dominantes: (1) el eje central, (2) hacia el E (cerca de la costa) y (3) hacia el W (mar adentro). En cuanto a los sólidos en suspensión se comprobó que el eje central y al E de la desembocadura es donde se concentra la mancha de turbidez indicadora de la elevada concentración de sedimentos que no sobrepasa los 25 m de profundidad y con una estratificación evidente (Pujos et al., 1986). Durante la expedición del Veleró III se calculó que las aguas lodosas del Magdalena se extienden hasta 60 millas mar adentro (GARTH, 1945).

Las zonas comprendidas entre Cabo Tiburón y Punta San Juan, no son afectadas por el fenómeno de hundimiento porque en el sector meridional de la cuenca de Colombia, frente a Costa Rica, se produce una corriente ciclónica superficial de eje cambiante. Este eje variable marca el límite entre el movimiento hacia el W de la corriente Caribe y la contracorriente superficial de aguas cálidas que se dirige hacia el E, a lo largo del litoral colombiano hasta su límite en Punta Gallinas (PELROTH, 1968, 1971).

La fuerza de esta contracorriente está en razón inversa a la de la Corriente Caribe (PELROTH, 1968, 1971). La contracorriente presenta una discontinuidad parcial en el período Febrero-Abril probablemente debido al intenso viento del N que predomina durante los cuatro o cinco primeros meses del año en el área de Urabá. Este viento coincide en intensidad con el de los Alisios del este. Se puede deducir que la disminución de la fuerza de la contra-corriente, se debe a: (1) a la fuerza de los Alisios y (2) al viento del norte. Esta situación origina una corriente superficial en dirección a Panamá, que contrarrestaría la acción de la contra-corriente. (PRAHM, 1962; WÜST, 1964).

Si se toma en cuenta la disposición de la costa W del Golfo de Urabá con respecto a dicho viento N, podría esperarse un afloramiento local de aguas profundas. Estas aguas afloradas se mezclan en las capas

superficiales con las de baja salinidad que proceden de los aportes de los ríos. Por otro lado la influencia periódica (Febrero-Abril) de la contracorriente cálida, haría que sus efectos fuesen pobres en los primeros metros de profundidad. El litoral comprendido entre Punta Arenas (76° 55' W y 8° 33' N) y Punta San Juan (76° 30' W), está orientado en tal forma con relación a la dirección de estos vientos del N, que las condiciones no son favorables para que se produzca una surgencia apreciable; en todo caso solamente se presentaría un débil afloramiento. Además la acción de las aguas continentales que drenan en esa zona y una mayor exposición a la acción periódica (Febrero-Abril) de la contracorriente sobre este débil fenómeno oceanográfico, resultaría en una condición semejante a la indicada para la costa E del Golfo de Urabá. El resto de los meses del año (Mayo o Junio - Diciembre) predomina un viento S que fortalece la contracorriente.

Al parecer existe una relación más o menos directa entre el Fenómeno del Niño en el Pacífico Sur (Perú-Panamá), el índice de variabilidad interanual de la Oscilación Sur y la precipitación en la Guajira. Así los años de "gran sequía", o casi ausencia de precipitación en al Guajira, observados en 1972-73, 1976-77, 1982-83 (especialmente en éste), coinciden con la presencia del Fenómeno del Niño.

Así pues, el clima de la Guajira estaría condicionado también por lo que recientemente ha venido a denominarse ENSO, es decir la integración o dependencia del Fenómeno del Niño y la Oscilación del Sur, cuya causa es la interacción océano-atmósfera (ZEA, 1986).

### 3.3. Geología y Sedimentología

Tectónicamente la región nororiental de Colombia se caracteriza por el contacto entre la Placa Continental Suramericana y la Placa Oceánica del Caribe. Así, la faja de formación debida a la subducción de la corteza oceánica, se viene desarrollando desde el Oligoceno (DUQUE-CARO, 1972) y el cambio reciente del rumbo de convergencia, puede ser asociado a la formación de las fallas de Oca y de Santa Marta.

En este contexto general, se han efectuado desde 1979 varios cruceros oceanográficos sobre la plataforma continental, con el objeto de conocerla integralmente dado que su cubrimiento por el mar, es reciente. Entre 1984 y 1985 se desarrollaron con asesoría de la Misión Técnica Francesa, dos cruceros cuyo objetivo era realizar estudios sedimentológicos en la plataforma de la Guajira. En estos cruceros se cubrieron dos áreas situadas entre los 72° 45' - 74° 00' W, 11° 10' - 12° 10' N el primero y 71° 20' - 72° 45' W, 12° 05' - 12° 45' N el segundo.

Básicamente existe una relación entre la morfología del fondo y el tipo de sedimento encontrado, por esto se realizaron varios perfiles batimétricos a fin de obtener un mapa lo más exacto posible del relieve submarino.

Desde el punto de vista de los sedimentos, en base al análisis granulométrico, la plataforma continental se puede dividir en dos zonas: (1) al E del Cabo de la Vela, donde los sedimentos son fangosos, con dos sectores uno de arena fangosa o lodosa hacia la parte sur y otro, en el extremo N de lodo o fango, (2) la zona comprendida entre los Cabo de la Vela y San Agustín donde predominan las arenas blancas y gruesas procedentes de algas calcáreas; la fracción mineral no existe y entre los restos bioquímicos sobresalen las algas rojas melobesias (Rhodophyta, Corallinaceae), que pueden formar rodolitos. A partir del Cabo de San Agustín, el fuerte talud de las costas del PNN Tayrona y la bahía de Santa Marta, al SE los sustratos de lodo-arenoso, lodo y arena lodosa, se alternan.

En cuanto al contenido de carbonatos en los sedimentos, se pueden considerar también tres zonas: (1) del Cabo de la Vela hacia el E, predominan los sedimentos bioclásticos (30-60%) aunque en menor proporción, (2) del Cabo de la Vela hasta Riohacha, también predominan los sedimentos bioclásticos (0-30% a >60%) así como los arenosos (>90%) y, (3) de Riohacha hacia el W, el carácter carbonatado disminuye gradualmente (30-60% a 0-30%). Se conoce que la cantidad de carbonato de calcio disponible en la plataforma, con base en el área y el espesor de la capa sedimentaria, asciende a 66 x 10<sup>9</sup> T. M. En base a las facies sedimentarias y a la batimetría, el área de surgencia se puede dividir en dos zonas: (1) al E del Cabo de la Vela, donde la plataforma es estrecha con sedimentos detríticos finos, y (2) de Riohacha hacia el W, la plataforma también es estrecha y la sedimentación reciente es de tipo litoclástico y fino. (CUIGNON et al., 1985; CUIGNON, 1987; JAVELAUD, 1986, 1987).

## IV. Accidentes geográficos

### 4.1. Islas del Caribe Colombiano

Islas de plataforma (a) con influencia estacional de aguas oceánicas y temporalmente afectadas por el fenómeno de surgencia costera, con formaciones coralinas aisladas que no forman barreras arrecifales propiamente dichas; (b) situadas plenamente en el área de surgencia costera con muy escaso desarrollo de formaciones coralinas; (c) en el área de influencia del Delta del Río Magdalena.

Tabla 2. Islas de plataforma con influencia de aguas oceánicas en los Departamentos: (1) Bolívar, (2) Sucre, (3) Córdoba; Islas con influencia de las aguas de surgencia costera: (4) Magdalena; Islas en el área de influencia del delta del río Magdalena: (5) Atlántico

Nombre	Extensión (km <sup>2</sup> )
<b>Alejadas de la costa</b>	
<b>Archipiélago del Rosario (1)</b>	15.8
Archipiélago de San Bernardo (2)	50.0
Fuerte (3)	3.5
<b>Cercanas a la costa</b>	
<b>Tierrabomba (1)</b>	35.5
Barú (1)	75.5
<b>En las áreas de surgencia</b>	
<b>Aguja (4)</b>	1.5
Morro (4)	4.5
Morrito (4)	2.0
<b>En el delta del río Magdalena</b>	
<b>Salamanca (1)</b>	21.5
Arena (2)	0.5

La isla de Tierrabomba, los Archipiélagos de las islas del Rosario y de San Bernardo así como la Isla Fuerte que están todas situadas al SE del Caribe colombiano, frente a los Departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba, y poseen extensos arrecifes coralinos.

Se hallan cerca de la costa y se caracterizan por las extensas formaciones coralinas, cayos arenosos, manglares y praderas de pastos marinos, así como una amplia diversidad de especies. Están influenciadas por la contracorriente del Darién cuyas aguas cálidas las bañan pero a su vez por las aguas oceánicas más frías que vienen del N-NE impulsadas por los Alisios, especialmente en los primeros meses del año.

Una débil pero significativa señal de afloramiento costero, se ha detectado frente a la bahía Chamba y la ensenada de Codego al SE de la Isla de Tierrabomba cuyos efectos se dejan sentir en la amplia diversidad de las comunidades de invertebrados (corales, hidrozoarios y moluscos) y de vertebrados (peces y cetáceos). La fauna íctica de los arrecifes de las áreas insulares cercanas a la costa así como la de las áreas de mar abierto, adyacentes a los dos archipiélagos (Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo), han sido estudiadas; la de la isla Fuerte al sur del golfo de Morrosquillo, en cambio no ha sido estudiada en ninguno de sus ecosistemas de coral, manglar o de praderas de *Thalassia*, pero si la de su amplia plataforma, en la cual es particularmente abundante el camarón rosado (*Farfantopenaeus notialis*), y los arrastres camaroneros nocturnos se caracterizan por la abundancia en la ictiofauna acompañante, que debe ser manipulada con guantes, debido a la gran abundancia de las esponjas, que en Colombia reciben el nombre de "pica-pica" (Tabla 2).

#### 4.2. Bahías, Ensenadas, Lagunas Costeras y Ciénagas

En Colombia a lo largo de toda la costa Caribe, existen accidentes geográficos de distinta índole que constituyen ecosistemas con características peculiares y cumplen funciones específicas tanto desde el punto de vista ecológico como en relación con los recursos del mar adyacente. Estos accidentes reciben distintas denominaciones no siempre bien definidas y diferenciadas, pero que el tiempo ha consagrado, bahías, ensenadas, lagunas, litorales, ciénagas. En Colombia se pueden considerar las siguientes de Este a Oeste.

La Ciénaga Grande de Santa Marta en Colombia, con una extensión de unos 44.500 ha. de espejo de agua y una cuenca de 2800 km<sup>2</sup>, recibe una gran parte de las aguas del río Magdalena y de otros ríos (Fundación, Sevilla, Frío) que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta. Cerca de la desembocadura de los ríos domina la fauna de agua dulce pero en las proximidades del mar, con el cual se comunica por una

sola abertura (Boca de la Barra), de unos 200 m de anchura, son abundantes las especies eurihalinas y de aguas salobres.

En las costas de Colombia, estos cuerpos de agua son de dos tipos, (1) aislados del mar, con comunicación temporal más o menos larga (durante una época del año) o (2) con comunicación permanente. Tienen además importancia porque proporcionan diversos recursos naturales a los pescadores que viven en sus proximidades o en su interior. Reciben diversas denominaciones de acuerdo a sus características: (1) lagunas, cuando se hallan aisladas de grandes ríos y solo reciben aguas dulces por parte de arroyos o escorrentías estacionales en épocas de lluvias (zonas desérticas e insulares), (2) ciénagas, cuando están asociadas a grandes ríos o tienen poca profundidad y su fondo es fangoso, cenagoso o de pantano (especialmente en las zonas marginales), y (3) bahías, cuando por acción antrópica se han modificado de tal forma sus características que se comportan como estuarios positivos. Se reconocen cuatro estuarios y 59 lagunas costeras (155.142 ha. aprox.) en el litoral continental (RAASVELT; TOMIC, 1958; ÁLVAREZ-LEÓN, 1986; ÁLVAREZ-LEÓN; POLANÍA-VORENBERG, 1989)

Los ocho Departamentos costeros de la costa continental, tienen abundantes lagunas, bahías y ciénagas fruto de la acción combinada de la tectónica local, la deriva litoral, los desarrollos arrecifales-diapíricos, entre otros fenómenos. La extensión y características principales promedio, se incluyen a continuación:

Tabla 3. Extensión y características de las lagunas costeras, ciénagas y bahías de Colombia. Departamentos: (1) Guajira, (2) Magdalena, (3) Atlántico, (4) Bolívar, (5) Córdoba, (6) Antioquia.

Nombre	Extensión (ha.)	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)
<b>Lagunas</b>				
Flor de la Guajira (1)	875	1.15	28-32	35-37
De Navío Quebrado (1)	1.100	1.20	27-31	35-37
Grande (1)	1.325	1.25	28-33	35-37
De Manaure (1)	725	1.20	27 - 31	35-37
De Camarones (1)	10.700	1.00	27 - 33	35-37
<b>Ciénagas</b>				
De Pajalal (2)	7775	1.40	24 - 38	0-40
Grande de Sta. Marta(2)	44.500	1.60	24 - 38	0-54
De Mallorquín	¿ ?	0.70	23 - 34	2 - 34
Del Totumo (3)	1.825	1.20	26 - 40	30-37
De la Virgen o de Tesca (4)	2.250	0.60	28 - 31	11-48
Marriaga (5)	900	1.50	25-31	15-31
<b>Bahías</b>				
De Portete (1)	12.975	14.5	26-30	35-37
Honda (1)	5.250	12.5	26-32	34-37
Hondita (1)	3.710	10.5	26-31	35-36
De Cartagena (4)	8.600	21.5	29-31	7-35
Barbacoas (4)	12.200	14.8	24 -38	11-27
Cispatá (5)	7000	3.50	25 - 35	5-35
Colombia (5)	30.000	24.5	25 - 31	20-31

Sin duda la más importante, es la Ciénaga Grande de Santa Marta en el margen derecho de la desembocadura del río Magdalena. Impactada seriamente a partir de 1966 con diversas obras de infraestructura vial, gasoducto, interconexión eléctrica, pesca con artes ilícitas y los efectos del uso de agroquímicos de la zona bananera vecina.

Entre 1995 y 1996 se realizó un amplio y ambicioso proyecto de recuperación que incluyó la rehabilitación de los caños y canales, la reforestación de las áreas de manglar y el fortalecimiento socio-económico de las comunidades que dependen de ella (PROCIÉNAGA, 1995). La Ciénaga Grande de Santa Marta en Colombia, con una extensión de unos 450 km<sup>2</sup> de espejo de agua y una cuenca de 2800 km<sup>2</sup>, recibe una gran parte de las aguas del río Magdalena y de otros ríos (Fundación, Sevilla, Frío) que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta. Cerca de la desembocadura de los ríos domina la fauna de agua dulce pero en las proximidades del mar, con el cual se comunica por una sola abertura (Boca de la Barra), de unos 200 m de anchura, son abundantes las especies eurihalinas y de aguas salobres.

En la Bahía de Cartagena diversas y continuadas obras civiles desde la época de la Colonia y con el objeto de dar una defensa adecuada a la ciudad amurallada y posteriormente permitirle una comunicación

fluvial segura con el interior del país, se fue modificando la hidrodinámica de cuerpo de agua y las comunidades de organismos que vivían o visitaban la bahía. Dicha situación se fue incrementando con el desarrollo de la ciudad (incluso sobre sus cuerpos de agua: caños, canales y lagunas), tanto en el aspecto urbano como en el industrial (hoy existen más de 54 muelles públicos y privados) y el Canal del Dique que une al río Magdalena con la bahía, le entrega aguas dulces y sedimentos en suspensión, en una proporción tal que poco a poco la bahía ha ido convirtiéndose en una laguna costera.

## V. Humedales del Caribe Colombiano

### 5.1 Arrecifes Coralinos

Los arrecifes de coral figuran entre comunidades biológicamente más productivas, taxonómicamente más diversas y estéticamente más reconocidas. Aunque los corales son animales, un arrecife de coral no es una comunidad heterotrófica, sino un ecosistema completo, con una gran biomasa de algas verdes, que les permiten en muchos casos sostenerse por sí mismos, desde el punto de vista energético; estando magníficamente organizados para utilizar, almacenar o volver a poner en circulación, los suministros procedentes de las aguas circundantes (ODUM, 1972).

La provincia arrecifal del Atlántico occidental se divide claramente en tres regiones: la pequeña región de Las Bahamas, la gran región central del Caribe y la pequeña región brasileña. Las áreas arrecifales del Atlántico constituyen solamente 1/20 de éstas áreas en el Indopacífico, y se hallan concentradas en el occidente con una extensión de 5.900 km entre los límites norte y sur; han sido registradas 85 especies para la Provincia, 70 en la región Caribe y únicamente 19 en las dos provincias restantes de las cuales 11 son endémicas de la región brasileña (MERGNER; WEDLER, 1980).

En el Caribe colombiano se pueden reconocer dos subregiones bien definidas, una al sur de Cartagena y la otra al noreste de Santa Marta. Si se considera el Caribe insular-occidental colombiano podría reconocerse una tercera, que si bien es cierto tiene gran afinidad con la del sur de Cartagena, tiene características que la separan. (DÍAZ-MERLANO et al., 1996)

La subregión al sur de Cartagena es típicamente caribeña pues la temperatura de sus aguas no desciende durante el año por debajo de los 26 °C en promedio, y en la mayoría de los casos es superior a 27 °C (ROBINSON, 1973), la plataforma continental es ancha y existe una casi permanente contracorriente costera que contrarresta el efecto del río Magdalena. En ésta se encuentran los archipiélagos continentales del Rosario y San Bernardo, y arrecifes importantes en las islas Fuerte y Tortuguilla, y la zona de Sapzurro.

En la subregión al noreste de Santa Marta la temperatura del agua está influenciada estacionalmente por los núcleos de surgencia, los cuales hacen que descienda en forma brusca. Müller (1979), trabajando en la bahía de Santa Marta detectó en un lapso de dos días una variación de 29 a 23 °C y excepcionalmente midió durante pocos días temperaturas de 20.5 °C; así mismo, según Ramírez-Triana (1983) y Salzwedel y Müller (1983) la temperatura media en la bahía oscila entre 27-27.2 °C y en observaciones a largo plazo (1978-1982), las características fisicoquímicas se repiten en el ciclo anual.

Adicionalmente, factores como lo reducido de la plataforma en Santa Marta y en la Media Guajira, los fuertes vientos Alisios, casi paralelos a la costa, y el bajo efecto de la contracorriente estacional costera actúan negativamente sobre los arrecifes coralinos (ANTONIUS, 1972; ACERO-PIZARRO, 1985). En esta subregión se encuentran los arrecifes de las bahías y ensenadas del PNN Tayrona adyacente a la bahía de Santa Marta, y los de la media y alta Guajira (Bahía Portete y Puerto López).

En la subregión del Caribe insular-occidental colombiano el sistema arrecifal insular se compone de arrecifes de barrera, de franja y de parche; las islas, entre las cuales la mejor estudiada es San Andrés, se originaron a partir de atolones y están formados por rocas arrecifales y depósitos terrestres y de playa, estando rodeada por un arrecife de origen reciente; adicionalmente se encuentran ambientes lagunares y rocosos, identificándose tres facies (GEISTER, 1983).

Providencia en cambio tuvo un origen diferente, a través de erupciones volcánicas y flujos de magma con posteriores levantamientos y depósitos de sedimentos marinos (PAGNACCO; RADELLI, 1962); su arrecife de barrera es el segundo más extenso en extensión superficial del hemisferio occidental después del Archipiélago de los Roques (Venezuela) (PRAHL; ERHARDT, 1985). Los cayos Bolívar (Courtown), Albuquerque y los bajos Roncador y Serrana son verdaderos atolones de bancada con un anillo coralino, en donde los arrecifes de barlovento son lo mejor desarrollados a pesar de estar expuestos a las olas y vientos de alta energía (MILLIMAN; MEADE, 1983).

Tabla 4. Distribución de las especies de coral, zooxantelados o hermatípicos (72) y azooxantelados o ahermatípicos (55) en el Caribe continental de Colombia, según Prah1 (1985), Prah1 y Erhardt (1988), Cairns, Hoeksema y Land (1999), Reyes (2000), Latting y Reyes (2001), Reyes, Santodomingo y Latting (2003).

Categorías	Familias	Especies
Azooxantelados	Caryophylliidae	35
	Dendrophyllidae	9
	Flabellidae	5
	<i>Fungiacyathidae</i>	2
	Gardinieriidae	1
	Guyniidae	2
	Oculinidae	3
	Pocilloporidae	5
	Rhizangiidae	2
	Zooxantelados	Acroporidae
Agariciidae		11
Astrocoeniidae		2
Faviidae		13
Meandrinidae		5
Milleporidae		3
Mussidae		11
Pocilloporidae		6
Poritidae		6
Siderastreidae		4
Styasteridae		1

#### -Situación Actual de los Arrecifes Coralinos

Quizá los grupos asociados mejor conocidos de estos ecosistemas sean las algas, los corales, las esponjas, los poliquetos, los moluscos, los equinodermos, los crustáceos y los peces. Un proyecto integral apoyado por COLCIENCIAS a finales de la década de los 70's y que subsiste aún, ha permitido tener un amplio conocimiento de la diversidad, distribución y caracterización de este último grupo en el Caribe colombiano; Acero-Pizarro (1984) resalta el estado actual y las necesidades de investigación y protección para los ecosistemas coralinos; Acero-Pizarro y Garzón-Ferreira (1987) hicieron un cálculo conservador de que podían existir unas 600 especies de peces en todos los arrecifes del Caribe colombiano, de las cuales unas 400 en la región de Santa Marta. Posteriormente, Así mismo Acero-Pizarro (1992) afirma que el punto más crítico de la realidad ambiental nacional es la degradación de la naturaleza, acelerada a niveles tales que geométricamente supera cualquier medida de conservación que se tome.

Los impactos que se han presentado en estos ecosistemas comprenden: (1) pesca con dinamita, que destruye de manera radical tanto los arrecifes coralinos como la fauna que los habita, (2) turismo incontrolado y desorientado, que deposita basuras de diferente naturaleza y extrae corales, moluscos, gorgónidos, entre otros, (3) construcción de viviendas y muelles, para fines de vivienda y recreación, muchas veces utilizando bloques de coral y arenas de las estrechas playas, (4) disposición de efluentes que alteran la calidad sanitaria de las aguas, (5) presencia estacional de aguas dulces producto de la alteración sistemática de las cuencas y del arrastre de las aguas.

En las zonas de estudio las tres grandes áreas arrecifales del Caribe continental, se encuentran impactadas por diferentes factores, que las afectan en forma severa pero cuyos efectos no han sido totalmente evaluados. En la zona II los arrecifes de Isla Fuerte se ven afectados por el turismo, las construcciones y las basuras, en cambio los del Bajo Bushell se encuentran en relativo buen estado. En la zona III los arrecifes de las Islas de San Bernardo se encuentran afectados por el hacinamiento humano y sus desechos, el turismo incontrolado, y la construcción de viviendas para recreación; en los arrecifes de las Islas del Rosario el desplazamiento de las poblaciones nativas por parte de una población flotante dedicada al turismo nacional e internacional, no siempre bien orientado, respecto a la fragilidad de estos ecosistemas de singular belleza escénica; la pesca con dinamita, la afluencia de las aguas dulces provenientes del Canal del Dique y el Río Magdalena; la acumulación de basuras y aguas sin tratamiento, han originado su paulatino desarrollo. En la zona IV solo existen algunos parches el más extenso de los cuales es Isla Arena, es usado esporádicamente por los pescadores para pernoctar en las faenas prolongadas tanto nocturnas como diurnas y se encuentra en buen estado. En la zona V los corales del Golfo de Salamanca se encuentran en buen estado e incluso recientemente el Ministerio del Medio Ambiente en asocio con la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales y el INVEMAR calaron varias aeronaves para promover el establecimiento de un gran arrecife artificial, con base en las especiales condiciones de esta área; los corales de las bahías al sur

y adyacentes a la Bahía de Santa Marta, se encuentran afectadas por la pesca con dinamita, el desarrollo de diversos proyectos de construcción, dragados para muelles industriales, comerciales y turísticos, basuras y efluentes de aguas servidas sin tratamiento.

Los arrecifes coralinos continentales del Caribe colombiano no han tenido un proceso de zonificación o de ordenamiento territorial propiamente dichos, sin embargo los de las Islas del Rosario y de San Bernardo, se hallan incluidos en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo, y por ser un área de reserva tienen su plan de manejo y es donde más esfuerzos se han realizado para cartografiar y conocer más en detalle su composición. Con base en las imágenes del satélite francés Spot, Monsalve y Restrepo (1990a, 1990b), Genet y Serrano (1991) y Genet (1992) en la Isla Caribarú, Ceiner (1994) en la Isla Pavitos, Penereiro (1988) y Penereiro et al. (1990) en las Islas Latifundio y Minifundio, Serrano y Quintero (1992) en la Isla Naval, Quintero, Sánchez y Ramírez (1993) en la Isla del Tesoro, han trabajado la cartografía básica de estos ecosistemas, dando la información necesaria para su manejo y preservación.

## 5.2. Manglares

Se entiende por manglar un grupo de especies de árboles o arbustos que poseen adaptaciones que les permiten colonizar terrenos anegados y sujetos a introducción de agua salada; el término incluye especies que aunque poseen adaptaciones similares y son diferentes a nivel taxonómico (CINTRÓN-MOLERO; SHAEFFER-NOVELLI, 1983). Según Walsh (1974), el manglar se desarrolla en mayor grado donde se reúnen las siguientes condiciones: temperaturas tropicales, sustratos aluviales, resguardo de oleaje y fuertes marejadas, presencia de agua salada, gran amplitud de marea.

De acuerdo a la clasificación zoogeográfica de regiones naturales de Sclater y Wallace, el Caribe colombiano pertenece a la región neotropical y al dominio Caribe, en el cual se reconocen tres provincias: la Guajira (Dptos. Guajira-Córdoba); la Pacífica (Dptos. Córdoba-Chocó) y la Caribe (Archipiélago de San Andrés y Providencia) (CABRERA; WILLINK, 1973). La vegetación de la planicie costera está representada por algunas comunidades perfectamente diferenciales entre sí y marcadamente representativas de las condiciones edáficas y climatológicas locales (DUGAND, 1973).

Utilizando el sistema de clasificación artificial de Holdridge la planicie costera de la Guajira y el Magdalena se clasifica como Bosque muy Seco Tropical (BmST), el de Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba y Antioquia (excepto Golfo de Urabá) como Bosque seco Tropical (BsT), y el de Antioquia y Chocó como Bosque muy Húmedo Tropical (BmHT).

Por su relación directa con la producción biológica de las aguas costeras y su importancia como constructores terrestres junto con los arrecifes de coral, se hace especial énfasis en las comunidades de manglar, y en las de pastos marinos como formadoras y conservadoras del suelo submarino; tanto los manglares como los pastos sirven de hábitat a una serie de comunidades que utilizan como lugares de protección, alimentación o reproducción, y normalmente los moluscos, crustáceos y peces que allí pasan parte de su vida, constituyen las especies comerciales, capturadas por los pescadores artesanales e industriales.

Según diversos trabajos de campo y fotointerpretación se calcularon las áreas de manglar en 25.300 ha. aproximadamente para el Caribe colombiano (INDERENA, 1985; ALVAREZ-LEÓN, 1993.), no obstante evaluaciones realizadas entre 1995 y 1997 por el Proyecto Manglares de Colombia MMA / OIMT, permitieron precisar que el cubrimiento de manglar es de 86.534 ha. (SÁNCHEZ-PÁEZ et al. 1997). Así mismo es interesante observar que los manglares del Caribe tienen un dosel que no excede los 20 m, mientras que en el Pacífico colombiano en zonas no afectadas por la extracción, sobrepasan por lo regular los 30 m, lo cual puede deberse a factores ambientales combinados: baja salinidad y alta pluviosidad.

Se puede concluir que en las desembocaduras y deltas de los ríos Magdalena, Sinú, Atrato, se encuentran las mayores concentraciones. No obstante, quizá el sector más importante es el complejo deltáico-estuarino del río Magdalena-Canal del Dique (HERNÁNDEZ-CAMACHO; VON HILDEBRAND; ALVAREZ-LEON, 1980; ARAUJO-GARCÉS; POLANÍA-VORENBERG, 1985; HINESTROSA; VIÑA-VIZCAÍNO, 1996), con una existencia aproximada de 17.957 ha. (TIBAQUIRÁ-CÁRDENAS; YANINE-DÍAZ; DAZA, 1980). Le sigue en importancia el delta del Sinú, que se encuentra en franco proceso de transformación, el cual incluye cambio de curso del río y apertura de nueva boca, así como modificaciones en el proceso de sedimentación costera. Es probable que el enorme volumen de agua dulce aportado por el río Atrato al Golfo de Urabá, haya sido la limitante para el menor desarrollo de los manglares de esta región (HERNÁNDEZ-CAMACHO, 1976).

A excepción de las bahías, estuarios y lagunas costeras asociadas a cursos de agua dulce permanentes o estacionales, los manglares se presentan en forma aislada y con un dosel que depende básicamente del régimen de vientos, el aporte de agua y las características geológicas del sustrato.

Tabla 7. Especies arbóreas que conforman los manglares del Caribe colombiano y sus nombres vernaculares (ÁLVAREZ-LEÓN, 1997).

Especie	Familia	Nombre Vernacular
Avicennia germinans Stearns	Avicenniaceae	Mangle negro, m. prieto, m. iguanero, m. salado
Conocarpus erecta L.	Combretaceae	Mangle zaragoza, m. botón
Laguncularia racemosa Gaertn. f.	Combretaceae	Mangle blanco, m. amarillo, m. bobo
Pelliciera rhizophorae Tr. & Pl.	Pelliceriaceae	Mangle piñuelo
Rhizophora mangle L.	Rhizophoraceae	Mangle rojo, m. concha de caimán, red mangrove

#### -Situación actual de los Manglares

Las características de los lugares que ocupan estos ecosistemas, permiten que los grupos asociados y mejor conocidos de estos ecosistemas son las aves, los reptiles, los insectos, los moluscos y los mamíferos, en la parte aérea; los moluscos, los insectos y los crustáceos en la zona intermareal; los celenterados, las esponjas, los moluscos, los poliquetos, los crustáceos y los peces en la parte sumergida. En es el ecosistema mejor conocido pues los estudios realizados a través de un crecido número de proyectos nacionales e internacionales y de tesis se han realizado en ellos, en parte comparten con otros ecosistemas extensas áreas: los pastos y los arrecifes coralinos. Al igual que los ecosistemas descritos, son fuertemente impactados por las acciones antrópicas que se desarrollan en la zona costera.

Los impactos que se han presentado en estos ecosistemas comprenden: (1) la hipersalinidad por el desbalance halohídrico de algunos sectores, (2) sedimentación progresiva, por alteración de la cubierta vegetal en las cuencas hidrográficas, (3) alta energía de las olas en sectores desprotegidos, ante los desbalances creados por la construcción de canales, espolones y muelles, (4) acumulación de ácidos, especialmente el sulfídrico, por efectos de los fenómenos de eutroficación, (5) incidencia de hervíboros y de barrenadores, ante el desequilibrio de las condiciones ambientales, (6) incidencia de aguas a altas temperaturas, provenientes de termoeléctricas, (7) rellenos y dragados para la construcción de diversas obras civiles en la zona costera y en sus áreas de influencia, (8) efluentes de aguas servidas sin tratamiento, (9) acumulación de basuras, herbicidas, pesticidas, metales pesados e hidrocarburos como consecuencia del mal uso de los recursos disponibles para la búsqueda del bienestar humano.

En las zonas de estudio las desembocaduras de los ríos Sinú y Magdalena, así como la presencia de ciénagas, lagunas costeras y estuarios, coinciden con las áreas de manglar del Caribe continental, los cuales han sido estudiados con algún detalle. En la zona II los manglares se encuentran representados por árboles bajos y achaparrados presentes en las desembocaduras permanentes de los arroyos y corrientes de agua dulce, que tienen su máxima expresión en la bahía de Cispatá, el área de Tinajones y de la Isla Fuerte se ven afectados por la tala de las comunidades de corteros y leñateros, el turismo, las construcciones y las basuras, pero en general se encuentra en buen estado. En la zona III los manglares del Golfo de Morrosquillo, de la Ciénaga de la Caimanera, del Canal del Dique, la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de la Virgen así como los de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, se encuentran afectados por el impacto antropogénico y sus desechos, el turismo incontrolado, y la construcción de vías y viviendas para recreación; en los manglares se nota claramente el efecto de una acción continuada, unas veces por acreción de sedimentos, sobre ellos, otras por el dragado, la acumulación de basuras y aguas sin tratamiento, han originado su efecto acumulativo. En la zona IV solo existen algunos parches en las desembocaduras de los arroyos temporales incluso hay pequeñas áreas de manglares relictos que se han quedado aislados de la influencia directa del mar y que se hallan en peligro por el avance de los proyectos turísticos. En la zona V los manglares tienen su máxima expresión en la Ciénaga Grande de Santa Marta y la Isla de Salamanca, los cuales se encuentran en mal estado (actualmente están en proceso de recuperación al realizarse un extenso plan de rectificación de caños), sin embargo la afluencia de aguas servidas sin tratamiento, la pesca a través de métodos ilegales (dinamita, zangarreo, entre otros), así como el desbalance hídrico todavía existente y la alteración de las cuencas de los ríos que proceden de la Zona Bananera y de la Sierra Nevada, son los causantes del estado de desequilibrio y deterioro que sufren dichas áreas.

Los manglares del Caribe colombiano han tenido un proceso de zonificación preliminar (SÁNCHEZ-PÁEZ et al., 1997; SÁNCHEZ-PÁEZ; ÁLVAREZ-LEÓN, 1997). Con base en las imágenes del satélite norteamericano Lansat y fotografías aéreas, García-Hansen (1996) y, Zambrano-Escamilla y Rubiano-Rubiano (1997) cartografiaron los manglares del Caribe y evaluaron las extensiones presentes tanto a nivel global (86310.5 ha.) como por Departamento (6084.7 Antioquia, 336.9 Atlántico, 5704.9 Bolívar, 41.6 Chocó, 8862.2 Córdoba, 3131.2 Guajira, 52477.7 Magdalena, 97.0 San Andrés y Providencia, 9574.3 Sucre). Como se sabe la zonificación es una herramienta de manejo que divide el territorio en unidades de paisaje homogéneas, las cuales se integran espacialmente mediante la planeación, los requerimientos de los ecosistemas y su conservación, con el aporte, parecer, sentires y necesidades de los actores productivos o comunidad en general (SÁNCHEZ-PÁEZ; CASTAÑO-URIBE, 1994). Es por ello que la zonificación de los manglares consideró

entre otros los siguientes aspectos. (1) oferta ambiental, (2) uso de las unidades con base en la caracterización, (3) manejo de las unidades por objetivos, (4) concertación en las diferentes áreas de manejo, (5) la legislación vigente sobre categorías de manejo, (6) zonificación preliminar por Departamento y unidades preliminares de manejo con base en la caracterización integral de carácter biótico, ecológico, social, cultural y económico, y (7) bases para que con acciones de concertación con las comunidades se pueda definir una zonificación definitiva (SÁNCHEZ-PÁEZ; ÁLVAREZ-LEÓN, 1997).

De acuerdo a la zonificación preliminar propuesta por el Proyecto Manglares de Colombia MMA / OIMT, se incluyen las siguientes categorías en la Zona II del Caribe colombiano: Zona de Preservación y Recuperación de Arboletes y Ciénaga de Rionegro (Antioquia) incluye los manglares de Arboletes y Necolí, Zona de Preservación de las Bocas de Tinajones (Córdoba) incluye los manglares de Tinajones, Zona de Uso Múltiple del Antiguo Delta del Río Sinú (Córdoba) incluye todos los manglares del área; en la Zona III, Zona de Preservación de Playa Blanca (Córdoba) incluye su manglar relicto, Zona de Preservación de la Ciénaga de la Caimanera (Sucre) incluye los manglares de la ciénaga, Zona de Recuperación de Paloblanco (Sucre) incluye todos los manglares del área, Zona de Preservación del Sector Guacamayas-El Francés (Sucre) incluye los manglares de Guacamayas, la Alegría y El Francés; Zona de Recuperación y Preservación de la Región Norte, Nororiental y Occidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Magdalena) incluye las áreas más extensas de la zona, Zona de Recuperación y Preservación de la Isla de Salamanca (Magdalena) incluye las áreas de ésta área de reserva.

### 5.3. Pastos Marinos o Praderas de Fanerógamas

Los pastos marinos o más comúnmente conocidos en las áreas tropicales como praderas de *Thalassia*, cuya denominación se debe a su principal componente *T. testudinum*, cubren extensiones variables de la zona sublitoral, discontinuas, en substrato arenoso o fango-arenoso, con rocas dispersas fijas o sueltas, corales vivos y muertos, moluscos y algas. La salinidad, la transparencia y el efecto de las mareas, son los factores que más influyen en el establecimiento y éxito de las praderas, *Thalassia* por ejemplo se establece en lugares con salinidades entre 25-40%, profundidades entre 0-11 m y con una exposición a mareas medias (DÍAZ-PIFERRER, 1967a, 1967b).

En general los pastos marinos tienen un papel muy importante en la formación de suelos submarinos y su conservación al oponerse a la erosión, en una zona como la que bordea las costas, la cual es altamente inestable. Las praderas forman complejas comunidades que mantienen una serie de organismos, las cuales intervienen en forma importante en el desarrollo de arrecifes coralinos y lagunas costeras. Los organismos que encuentran en ellas un excelente micro ambiente para el refugio, reproducción y alimentación incluyen algas epibióticas incrustantes, foraminíferos, pequeños invertebrados, formas embrionarias y juveniles de vertebrados, algunas de las cuales tienen importancia comercial.

Se ha comprobado que *Thalassia* y *Syringodium* son un requerimiento alimenticio de muchos peces de los géneros *Scarus*, *Sparisoma*, *Acanthurus*, *Hemiramphus* y la tortuga verde *Chelonia mydas* (RANDALL, 1968); y que al fragmentarse las hojas, resulta un medio muy efectivo para la dispersión de diversos organismos epizóicos, y de su propia comunidad al propiciarse la reproducción vegetativa o crecimiento del ápice del rizoma (LOT-HELGUERAS, 1971).

En el Caribe colombiano existen muy escasos trabajos sobre estas comunidades tan importantes a pesar de que en muchos casos ellas son las que aportan oxígeno y el medio adecuado para que el ecosistema se desarrolle y mantenga a pesar de estar fuertemente intervenidos; tal es el caso de la bahía de Cartagena (ÁLVAREZ-LEÓN; TERÁN-PINZÓN; ALLAIN, 1975). Su abundancia relativa se ha evaluado y su distribución es más amplia que la de los manglares y obviamente que la de los arrecifes coralinos, ecosistemas con los cuales comparte sectores bastantes importantes de la zona costera, dentro de los cuales vale la pena destacar las áreas de reserva natural PNN Tayrona y PNN Corales del Rosario y de San Bernardo.

Tabla 8. Distribución de las cuatro especies de pastos marinos presentes en el Caribe colombiano, modificado a partir de Díaz-Piferrer (1967a, 1967b), De La Lanza-Espino y Álvarez-León (1979), Díaz-Merlano et al. (1996)

Familia/Especie	Nombre Comunidad	Distribución
Cymodoceae		
<i>Halodule wrightii</i> (Ascherson)	Ceibadal	Continental
<i>Syringodium filiforme</i> Kutzing	Pradera	Continental e Insular
Eludeaceae		
<i>Halophila baillonis</i> Ascherson	Ceibadal	Continental
<i>Halophila decipiens</i> Ostenfeld	Ceibadal	Continental
Hidrocharitaceae		
<i>Thalassia testudinum</i> Konig	Pradera	Continental e Insular

## -Situación Actual de los Pastos Marinos

Los grupos asociados mejor conocidos de estos ecosistemas son los corales, los moluscos, los equinodermos, los crustáceos, los peces y las tortugas. En realidad es el ecosistema menos conocido pues solo un reducido número de proyectos y de tesis se han realizado en ellos, en parte porque los otros ecosistemas con los que comparten extensas áreas: los manglares y los arrecifes coralinos, han captado mayor atención de las instituciones de investigación y las de financiación. Sin embargo son fuertemente impactados por las acciones antrópicas que se desarrollan en la zona costera.

Los impactos que se han presentado comprenden: (1) pesca con dinamita, que destruye de manera radical tanto los arrecifes coralinos como la fauna que los habita, (2) turismo incontrolado y desorientado, que deposita basuras de diferente naturaleza y extrae corales, moluscos, gorgónidos, entre otros, (3) construcción de viviendas y muelles, para fines de vivienda y recreación, muchas veces utilizando bloques de coral y arenas de las estrechas playas, (4) disposición de efluentes que alteran la calidad sanitaria de las aguas, (5) presencia estacional de aguas dulces producto de la alteración sistemática de las cuencas y del arrastre de las aguas.

En las zonas de estudio las tres grandes áreas de arrecifes coralinos coinciden con las áreas de pastos marinos del Caribe continental, se encuentran impactadas por diferentes factores, que las afectan en forma severa pero cuyos efectos no han sido totalmente evaluados ni estudiados en detalle. En la zona II los pastos de Isla Fuerte se ven afectados por el turismo, las construcciones y las basuras, en cambio los del Bajo Bushell se encuentran en buen estado. En la zona III los pastos de las Islas de San Bernardo se encuentran afectados por el impacto antropogénico y sus desechos, el turismo incontrolado, y la construcción de viviendas para recreación; en los pastos de las Islas del Rosario se nota claramente el efecto de las diferentes áreas por parte de una acción continuada, unas veces por acreción de sedimentos, sobre ellos, otras por el dragado o la colocación de planchas de concreto para garantizar al turismo nacional e internacional, un "sustrato uniforme" sin tener en cuenta la fragilidad de estos ecosistemas; la pesca con dinamita, la afluencia de las aguas dulces provenientes del Canal del Dique y el Río Magdalena; la acumulación de basuras y aguas sin tratamiento, han originado su paulatino detrimento. En la zona IV solo existen algunos parches el más extenso pero con una distribución discontinua esta en Isla Arena, que se encuentra en buen estado. En la zona V los pastos del Golfo de Salamanca se encuentran en buen estado; los pastos de las bahías al sur y adyacentes a la Bahía de Santa Marta, se encuentran afectadas por la pesca con dinamita, el desarrollo de diversos proyectos de construcción, dragados para muelles industriales, comerciales y turísticos, basuras y efluentes de aguas servidas sin tratamiento, quizá los más afectados son los de la Bahía del Rodadero por el dragado que se efectuó a mediados de la década de los ochenta, para "recuperar las playas de dicho balneario". Según Laverde (1994) los daños en los pastos marinos como se afirmó, no han sido evaluados, aún en las áreas del Sistema Nacional de Parques Nacionales o de reserva, y es evidente que se necesitan más datos para tener una idea más certera sobre los procesos que los están afectado.

Los pastos marinos continentales del Caribe colombiano no han tenido un proceso de zonificación o de ordenamiento territorial propiamente dichos, sin embargo al igual que los arrecifes coralinos de las Islas del Rosario y de San Bernardo, incluidos en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo, tienen un plan de manejo y es donde más esfuerzos se han realizado para cartografiar y conocer más en detalle su composición. Con base en las imágenes del satélite francés Spot, Monsalve y Restrepo (1990a, 1990b), Genet y Serrano (1991) y Genet (1992) en la Isla Caribarú, CEINER (1994) en la Isla Pavitos, Penereiro (1988) y Penereiro et al. (1990) en las Islas Latifundio y Minifundio, Serrano y Quintero (1992) en la Isla Naval, Quintero; Sánchez; Ramírez (1993) en la Isla del Tesoro, han trabajado la cartografía básica de estos ecosistemas, dando la información necesaria para su manejo y preservación.

## VI. Agradecimientos

Se agradece especialmente la colaboración de los integrantes de los Proyectos Administración y Desarrollo de la Zona Costera del Caribe Colombiano, DIMAR / CIOH y Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA / OIMT, PD 171 / 91 Rev. (F) Fase 1 y 2, por sus comentarios y sugerencias. A los árbitros anónimos de la revista, que aportaron valiosas observaciones y comentarios.

## VII. Bibliografía

ACERO-PIZARRO, A. Conocimiento actual y necesidades de investigación y protección de los ecosistemas coralinos. In: SEM. NAL. DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR, CCO / CIOH / COLCIENCIAS, 4., 1984, Cartagena. *Anais...* Cartagena: p. 1-20, 1984.

\_\_\_\_\_. Zoogeographical implications of the distribution of selected families of Caribbean coral reefs fishes. In: PROC. FIFTH. INTERNAL. CORAL REEF CONGRESS. , 1985, Tahiti. *Proceedings...* Tahiti: editora, 1985. Vol. 5.p. 433-438.

\_\_\_\_\_. Peces arrecifales del Caribe colombiano. *UBJTL-Bol. Ecotrópica*, Supl. 1, p. 24-29, 1992.

- ACERO-PIZARRO, A.; GARZÓN-FERREIRA, J. Peces arrecifales de la región de Santa Marta (Caribe colombiano): I. Lista de especies y comentarios generales. *Acta Biol. Colomb*, v.1. n.3, p. 83-105, 1987.
- ALVAREZ-LEÓN, R. Caracterización de los Recursos Naturales de la Zona Costera del Caribe Colombiano: Proyecto Administración y Desarrollo de la Zona Costera del Caribe Colombiano. Cartagena: DIMAR / CIOH, 1986 .95 p. Inf. Técnico.
- \_\_\_\_\_. Los ecosistemas marinos del Caribe colombiano. *Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, n. 45, p. 131 – 143, 1989.
- \_\_\_\_\_. Mangrove ecosystems of Colombia, In: LACERDA, L. D. (ed.) *Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forest in the Latin America and Africa Region*, 1993. p. 75 - 113. ITTO / ISME Projet PD 114/9 (F).
- \_\_\_\_\_. Bibliografía sobre los ecosistemas de manglar en Colombia. Proy. PD 171 / 91 Rev. (F) Fase 1 Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA / OIMT. Santa Fe de Bogotá D. C. *Inf. Técnico*, local de publicação?, n. 9, p. 1-112, 1997.5 anexos.
- ÁLVAREZ-LEÓN, R.; TERÁN-PINZÓN, M. C.; ALLAIN, J. Y. Distribución de *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en la Bahía de Cartagena. Centro de Invest. Pesqueras, INDERENA-Centro de Invest. Oceanogr. e Hidrogr., CIOH / Armada Nacional de Colombia. Cartagena (Bol.). *Inf. Técnico*, 1975. 8 p
- ALVAREZ-LEÓN, R.; POLANÍA-VORENBERG, J. H. Manglares, lagunas costeras y estuarios del Caribe colombiano, In: ESCOBAR-RAMÍREZ, J.J.; CANTERA-KINTZ, J. R. (Eds.) *Mem. Taller de Expertos sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Sistemas Marinos y Costeros Colombianos*, CCO / COLCIENCIAS. Colombia: Minca (Mag.), 1994.p. 92 - 111
- ANTONIUS, A. Occurrence and distribution of stony corals (Anthozoa and Hydrozoa) in the vicinity of Santa Marta, Colombia. *Mitt. Inst. Colombo-Aleman Invest. Cient.*, Santa Marta, n.6, p. 89- 103, Okt.1972.
- ARAUJO-GARCÉS, R.; POLANÍA-VORENBERG, J. *Manglares: estructura, fitosociología y geomorfología en el delta del Canal del Dique* (Dpto. de Bolívar y Sucre, Colombia).1985. 126 f. Tesis (Profesional)- Fac. Biol. Mar., Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 1985
- BOTERO-ARBOLEDA, L.; ALVAREZ-LEÓN, R. The Caribbean coast of Colombia, Chap. In: SHEPPARD, C. R. C. (Ed.). *Seas at Millennium: An Environmental Evaluation*. Vol I .Regional Chapters: Europe, The Americas and West Africa: Pergamon; Oxford (U. K.): Elsevier Science Ltda. 2000. p 663-675
- CABRERA, A. L.; WILLIK, A. *Biogeografía de América Latina*. Washington (D.C.): OEA-Sria. Gral., Dpto. Asuntos. Cientif., 1973. 20p
- CAIRNS, S. D.; HOEKSEMA, B. W.; LAND, J. V. D. Appendix: List of extend stony corals. *Atoll. Res. Bull.*, 459, p. 13-46, 1999
- CAÑÓN-PÁEZ, M. L.; SANTAMARÍA-DEL ANGEL, E. Influencia de la pluma del río Magdalena en el Caribe colombiano. *Bol. Cientif. CIOH*, n. 21, p. 66-84, 2003.
- CEINER. Comunidades submarinas de Isla Pavitos, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Mar Caribe. *Bol. Informativo Centr. Invest., Recreación y Recreación / Oceanario Islas del Rosario*, n.3, p. 17-18, 1994.
- CINTRÓN-MOLERO, G.; SHAEFFER-NOVELLI, Y. *Introducción a la ecología del manglar*. Montevideo: UNESCO / ROSTLAC, 1983. 109 p.
- CORPES-CA. *El Caribe colombiano: realidad ambiental y desarrollo*. Santa Fe de Bogotá D. C: Comité Regional Política Económica y Social-Costa Atlántica. Rapidoffset Ltda, 1992. 275 p.
- CUIGNON, R. Estudio de la plataforma del Caribe colombiano. Fase Guajira 1985. *DIMAR-Bol. Cientif. CIOH*, n.7, p.53-72. 1987.
- CUIGNON, R. et.al. Estudio sedimentológico de la plataforma continental del Mar Caribe Colombiano. 1er Congreso Lat.-Amer. Sobre Ciencias Del Mar, N° do congresso? Santa Marta (Mag.) Colombia, nov. 25-29, 13 p. 1985.
- DE LA LANZA-ESPINO, G.; ÁLVAREZ-LEÓN, R. *Los pastos marinos: Su importancia ecológica y económica*. Curso-Seminario Aprov. Rec. Nat. del Mar Caribe, CIFCA / COLCIENCIAS. Cartagena (Bol.): Editora? , 1979. 20 p. . 7., nov. 26-dic.

- DÍAZ-MERLANO, J. M. et. al. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I. Complejos arrecifales oceánicos INVEMAR. *Serie de Publicaciones Especiales*, Santa Marta (Mag.), n.2, p.\_\_\_\_-\_\_\_\_, 1996
- DÍAZ-PIFERRER, M. Las algas superiores y fanerógamas marinas, In: GINES ,Hno; MARGALE, R. F. (Eds.) *Ecología Marina*. Caracas: Fund. La Salle de Ciencias Naturales, 1967. p. 273-307.
- DUQUE-CARO, H. Ciclos tectónicos y sedimentarios en el norte de Colombia y su relación con la paleoecología. *Bol. Geol. Invest. Min.*, v.19, n.3, p.1 – 23, 1972.
- DUGAND, A. Elementos para un curso de geobotánica en Colombia. *Cespedesia*, v. 2, n.6-8, p.139-480, 1973.
- GARCÍA-HANSEN, I. Estado de los manglares del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina Proy. PD 171/91 Rev. 2(F). Fase I Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA/OIMT. *Inf. Técnico*, Santa Fe de Bogotá D. C, n.4, p. 1-37, 1996.
- GARTH, J. S. Geographical a count and station records of Veleró III in Atlantic waters in 1939. *Allan Hancock Atlantic Expedition*, n. 1, p.1-106, 1945
- GEISTER, J. Holozane westindische korallenriffe: geomorphologie okalogie und fazies. Univ. Erlangen-Nurnberg, *Facies*, 9: 173-284. 1983.
- GENET, P. Y. Informe final del proyecto cartografía fondos submarinos Islas del Rosario (Colombia) y apreciación de sus áreas, a partir de imágenes del satélite Spot. *DIMAR-Bol. Cientif. CIOH*, n. 11, p. 15-26,1992
- GENET, P. Y.; SERRANO, R. Informe final del proyecto cartografía fondos submarinos Islas del Rosario(Colombia) y apreciación de sus áreas, a partir de imágenes del satélite Spot. *DIMAR-CIOH. Inf. Técnico*, 1991, 16 p.
- GÓMEZ-LÓPEZ; BARRIOS-SUÁREZ, L. M.; MONTOYA-MAYA, P. Composición y distribución de las praderas de pastos marinos en Colombia. In: DÍAZ-MERLANO, J. M.; BARRIOS-SUÁREZ, L. M.; GÓMEZ-LÓPEZ, D. I. (Eds.). *Las praderas de pastos marinos en Colombia*. Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. Santa Marta (Mag.): INVEMAR, 2003. cap. 2, p. 25-65. (Publ. Especiales, 10)
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. I. Introducción a la problemática de la conservación y manejo de los manglares de Colombia. Bogotá D. E.: *INDERENA-Div. Parques Nacionales y Vida Silvestre*. 1976, 56 p
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. I.; VON HILDEBRAND, P.; ALVAREZ-LEON, R. Problemática del manejo de manglares con especial referencia al sector occidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Magdalena, In: VEGAS-VÉLEZ, M de. *Mem. Sem. Estudio Científico y el Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares*. Cali (Valle),1978, p. 364-386.
- HINESTROSA, R.; VIÑA-VIZCAINO, G. *Efectos del dragado en zonas de manglar, geomorfología deltáica, desarrollo y análisis de la pradería en el Caño Lequerica, Bahía de Barbaças, Mar caribe (Colombia)*. 1996. 144 f. Tesis (Profesional)- Fac. Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1996.
- INDERENA.Criterios generales sobre el bosque de manglar y su relación con el cultivo de camarón. Inst. Nal. Rec. Nat. Renov. y del Amb. / Subgerencia de Bosques y Aguas. *Inf. Técnico*, Bogotá D.E, p. 1-21, 1985.
- JAVELAUD, O. Sedimentología de la plataforma continental del Caribe colombiano. *DIMAR-Bol. Cientif. CIOH*, n. 6, p. 17-39,1986.
- JAVELAUD, O. *La sédimentation du plateau continental de la Colombie Caraibe, au cours du Quaternarie terminal*. 1987. \_\_\_\_f Tesis (Docteur ès-Sciences)- Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Univ. Bordeaux I, 1987.
- KAUFMANN, R.; HEVERT, F. El régimen fluviométrico del río Magdalena y su importancia para la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient*, n. 7, p. 121-137, 1973.
- LATTIG, P.; REYES, J. Nueve primeros registros de corales azooxantelados (Anthozoa: Scleractinia) del Caribe colombiano (200-500 m). *Bol. Invest. Mar. Cost*, 30 p. 10-38, 2001.
- LAVERDE, J. J. A.. Estado del conocimiento de las praderas de fanerógamas marinas en Colombia. In: ESCOBAR, J. J.; CANTERA, J. R (Eds.). *Mem. del Taller de Expertos sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para*

- una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Sistemas Marinos y Costeros. Minca (Mag.) Colombia, 1994. p. 132-141.
- LECARPENTIER, C.; UMAÑA, G.; VEGA, G. *Estudio hidroclimático de la región del Caribe*. Bogotá D. E. (Colombia): Inst. Geograf. "Agustín Codazzi", 1975. 77 p.
- LERMAN, A. 1981. Control on river water composition and the mass balance of river systems. In: MARTÍN, J.M.; BURTON, J.D.; EISMA, D. (Eds.). *River Inputs to Ocean Systems*. Proc. SCOR / ACMRR / ECORYIAHS / UNESCO / CMG / IABO / IAPSO Review and Workshop, March 26-30 of 1979, Roma, 1981.p. 1-4.
- LOT-HERGUERAS, A. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz (Ver.), *México An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón., Ser. Botánica*, n.1, p. 1-48, 1971.
- MERGNER, H.; WEDLER, E. *Curso de ecología de arrecifes coralinos*. Santa Marta (Mag): COLCIENCIAS / INVEMAR, 1980. 118 p
- MILLIMAN, J. D.; MEADE, R. H. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *J. Geology*, n 91, p. 1-21, 1983.
- MOLINA, L. E. et. al. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. *INGEOMINAS, Publicaciones Geológicas Especiales*, n.21, p. 1-74, 1998.
- MONSALVE, C. B.; RESTREPO, J. D. Aproximación a la fotointerpretación y cartografía de ecosistemas arrecifales, Isla Caribarú-Caribe colombiano. 1990. \_\_\_\_f Tesis (Profesional)- Fac de Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1990.
- \_\_\_\_\_. Aproximación a la interpretación y cartografía de ecosistemas arrecifales, Isla Caribarú-Caribe colombiano. In: STEER-RUIZ, R. (Ed.) MEM. SEM. NAL. CIENC. Y TECNOL, 7., 1990, *Anais...* Mar. Cali Valle) Colombia, 990b.p. 325-336.
- MÜLLER, K. Interrelaciones entre salinidad y temperatura en la bahía de Santa Marta. *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín*, n.11, p. 219-226, 1979.
- ODUM, E. P. Ecología marina y ecología del estuario. In: \_\_\_\_\_. ECOLOGÍA. Traducción: C. G. Ottenwaelder. 3.ed. México D. F: Nueva Edit. Interamericana, 1972. cap. 12 y 13, p. 357-400.
- PAGNACCO, P.; RADELLI, F. Notes on the geology of the islas of Providencia and Santa Catalina. *Geol. Colombiana*, n.3,p. 125-132, 1962.
- PELROTH, I. Distribution of mass in the near surface waters of the Caribbean. *Nat. Oceanogr. Data Center Progress Rep*, n. 72, p. 1-15, 1968.
- \_\_\_\_\_. Distribution of mass in the near surface waters of the Caribbean. In: SYMP. CICAR, 1., Willemstad (Curacao). *Anais...* Willemstad (Curacao): Publ. Esp. UNESCO, 1971.p. 147-152.
- PENEREIRO, J. Cartografía de mosaicos para mapeo de fondos submarinos, In: STEER-RUIZ, R. (Ed.). MEM. SEM. NAL. CIENC. Y TECNOL, 6., 1988, Mar. Bogotá D. E.(Colombia). *Anais...* Mar. Bogotá D. E.(Colombia): 1988. p. 409-416.
- \_\_\_\_\_. Cartografía ecológica de los fondos submarinos adyacentes al conjunto de Islas Latifundio-Minifundio, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Caribe colombiano. In: STEER-RUIZ, R. (Ed.). MEM. SEM. NAL. CIENC. Y TECNOL, 7., 1990, Mar. Cali (Valle) Colombia. *Anais...* Mar. Cali (Valle) Colombia: 1990. p. 184-194.
- PRAHL H., von. Lista anotada de arrecifes coralinos y corales de Colombia. *Actualidades Biológicas*, v.14, n.51, p. 26-38, 1985.
- PRAHL, H. VON; ERHARDT, H. *Colombia: Corales y arrecifes coralinos*. Fondo FEN - Colombia. Bogotá D.E : Edit. Presencia. Bogotá D.E., 1985. 294 p.
- PRAHM, G. Oberflächenströmungen salzgehalt und temperatur an der oberfläche hydrographisches. *Institut Hamburg, Westindien-Hanbuch*, n.3, p.149-168, 1962.
- PROCIENAGA. Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *CORPAMAG / CORPES - C.A. / INVEMAR / GTZ. Inf. Técnico*, Santa Marta (Mag), 1995.

- PUJOS, M. et. al.. Influencia de la contracorriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: Su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. *DIMAR - Bol. Cientif. CIOH*, n. 6, p. 3 – 15, 1986.
- QUINTERO, R.; SÁNCHEZ, J. A ;RAMÍREZ, A.. Cartografía bioecológica de Isla Tesoro, Caribe colombiano. *DIMAR-Bol. Cientif. CIOH*, n.13, p.45-64,1993.
- RANDALL, E. *Caribbean reef fishes*. New Jersey (USA) :T.F.H. Publications, Inc., 1968. 318 p.
- RAASVELT, H. C.; TOMIC, A.. Lagunas colombianas. *Acad. Colomb. Cienc*, v.10, n.40, p.175-198,1958.
- RAMÍREZ-TRIANA, G. Características físico-químicas de la bahía de Santa Marta (agosto 1980 - julio 1981). *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín*, n.13, p. 111-121,1983.
- RESTREPO, J. D.;B. KJERFVE. Water and sediment discharges from the western slopes of the Colombian Andes with focus on Rio San Juan. *J. of Geology*, n. 108, p. 17-33, 2000a
- \_\_\_\_\_.Magdalena river: inter-annual variability (1975-1995) and revised water discharge and sediment load estimates. *J. of Hydrology*, n. 235, p. 137-149, 2000b.
- REYES, J. Lista de los corales (Scleractinia: Anthozoa) de Colombia. *Biota Colombiana*, v.1, n.2, p. 164-176, 2000.
- REYES, J.; SANTODOMINGO, N.; LATTING, P. Inventario de los corales zooxantelados del Caribe colombianoIn: SEM. NAL. DEL MAR CCO / UNC / INVEMAR, 12., 2003, Santa Marta (Mag.) Colombia. *Resúmenes de Ponencias..* Santa Marta (Mag.) Colombia: 2003. p. 130.
- ROBINSON, M. K. Atlas of monthly the surface and subsurface temperature and depth of the top of the thermocline Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *SIO Reference*, 1973. 73-8: 1-12, 93 fig.
- SALZWEDEL, H.; MÜLLER, K. A summary of meteorological and hydrological data from the bay of Santa Marta, Colombia Caribbean. *An. Inst. Inv. Mar.,Punta de Betín*, n.13, p. 67-83, 1983.
- SÁNCHEZ-PÁEZ, H.; CASTAÑO-URIBE, C. (Eds.).Aproximación a la definición de criterios para la zonificación y el ordenamiento forestal en Colombia. Santa Fe de Bogotá D. C.(Colombia):1994.207p
- SÁNCHEZ-PÁEZ, H.; ALVAREZ-LEÓN, R. Zonificación y categorías de manejo para áreas silvestres costeras de Colombia y su representatividad en los ecosistemas de manglar. *PUJIDEADE-Rev. Ambiente y Desarrollo*, v.10, n.1, p. 33-46, 2002.
- SÁNCHEZ-PÁEZ, H. et. Al. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia, pp: 1-511 In: SÁNCHEZ-PÁEZ, H.; ÁLVAREZ-LEÓN, R. (Eds.). Proy. PD 171 / 91 Rev. (F) Fase 1 Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA / OIMT. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 1997. 511 p.
- SERRANO, R.; QUINTERO, R. Cartografía bioecológica de la Isla Naval, Archipiélago Islas del Rosario-Colombia. *DIMAR-Bol. Cientif. CIOH*, n.10, p.37-56, 1992.
- TIBAQUIRÁ-CÁRDENAS, L.; YANINE-DÍAZ, D.; DAZA, C. E. Aspectos técnicos generales de carácter evaluativo y conceptual sobre el ecosistema de manglares de las zonas de Ciénaga Grande y Canal del Dique en el litoral Atlántico. INDERENA-Sub. Bosques, Aguas y Suelos, Bogotá D. E. *Inf. Técnico*: p.1-78, 1980.
- WALSH, G. E. Mangroves: a review. In: REIMOLD, R.J. & QUEEN, E.H. (Eds.). *Ecology of Halophytes*.New York: Academic Press, 1974, p. 51-174
- WÜST, G. *Stratification and circulation in the Antillean Caribbean basins*. Part 1. Columbia: University Press. USA, 1964. 201 p.
- ZEA, J. A. El fenómeno de "El Niño" y sus efectos en Colombia. *ARC - Rev. la Cuenca del Pacífico y su Fuerza Naval*, n. 3, p. 21 – 25, 1986.
- ZAMBRANO-ESCAMILLA, C. H.; RUBIANO-RUBIANO, D. J. Memoria de los mapas de los bosques de manglar del Caribe colombiano: 1996. Proy. PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase I. Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA / OIMT. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia). *Inf. Técnico*, n.11, p. 1-22, 1997.