

REGISTRO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA LAGUNA SUR (BAHIA DE CHENGUE, CARIBE COLOMBIANO) ENTRE 1981-1984

por

Ricardo Alvarez-León*, Gustavo Ramírez-Triana**, Eberhard Wedler***

Resumen

Alvarez-León, R., Ramírez-Triana, G. & E. Wedler.: Registro de las Condiciones Ambientales de la Laguna Sur (Bahía de Chengue, Caribe Colombiano) entre 1981-1984. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 19 (74): 509-526, 1995. ISSN 0370-3908.

La determinación de parámetros ambientales en la Bahía y Laguna Sur Chengue, tanto en las aguas (6) y en los sedimentos (7) (octubre de 1981 y mayo de 1983), así como los reconocimientos y colectas periódicas de la fauna y flora asociadas a las raíces del manglar (*Rhizophora mangle*) y a los fondos de la Laguna cubiertos en su mayor parte por parches de fanerógamas (*Thalassia testudium*) y algas (*Halimeda opuntia*), permitieron correlacionar y caracterizar el sistema lagunar.

Palabras clave: Parámetros ambientales, Agua, Sedimento, Manglar, Bahía de Chengue, Caribe Colombiano.

Abstract

Reconnaissances, collects, and measurements of environmental parameters in water (6) and sediments (7) (October 1981 and May 1983) of the fauna and flora associated to the roots of mangrove (*Rhizophora mangle*) and to the botton of the lagoon covered mostly by banks of fanerogams (*Thalassia testudium*) and on seaweed (*Halimeda opuntia*), was effectuated. A brief correlation environmental of information obtaneid and the lagoon system caracterization through the interpretation of the parameters biotics and abiotics, was made.

Key words: Environmental parameters, Water, Sediment, Mangrove, Carribean coast of Colombia.

Introducción

El conocimiento de los ambientes costeros del trópico americano adquiere cada vez mayor importancia, por cuanto su manejo armónico y planificado requiere el respaldo técnico y científico que proporcionan las investigaciones.

Consciente de estas necesidades, el Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín "José Vives D'Andreis" INVEMAR y el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS emprendieron varios proyectos de investigación en las bahías de Nenguange, Gayraca y Chengue, dentro del programa institucional de la primera entidad: Ecosistemas Marinos.

En el desarrollo de la primera etapa (1981-1984), el INVEMAR contó con el valioso apoyo de profesionales y alumnos de las Universidades Tecnológica del Magdalena y Nacional de Colombia, así como del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente INDERENA.

* Promotora de Fomento Cultural de la Costa Atlántica PRODECOSTA. A.A. 1820 Cartagena (Bol.) Colombia.

** Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín, INVEMAR. A.A. 1016 Santa Marta (Mag.) Colombia.

*** Universidad Tecnológica del Magdalena. Fac. Ing. Pesquera. A.A. 1505 Santa Marta (Mag.) Colombia.

Desde su iniciación en 1963, el INVEMAR ha desarrollado una intensa labor en los ecosistemas del Parque Nacional Tayrona (Alvarez-León, 1983; Hernández-Rodríguez, 1983; Alvarez-León & Salzwedel, 1983) a fin de obtener un conocimiento lo más detallado posible de tan importante reserva natural y contribuir así en forma eficaz, a la planificación de su adecuada administración y al desarrollo armónico de la región de Santa Marta.

Por lo tanto el objeto de esta contribución es dar a conocer los resultados obtenidos en la Bahía de Chengue y su Laguna Sur, en desarrollo de los objetivos originalmente previstos en el proyecto Caracterización de los Ecosistemas de las Bahías de Nenguange y Chengue (Fig. 1), y cuyos resultados preliminares se hallan en Alvarez-León (1983b), Wedler (1984), Alvarez-León (1989, en preparación) y Wedler & Alvarez-León (1989).

Area de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Caribe colombiano (Fig. 2) al noroeste del Departamento del Magdalena, entre los $11^{\circ} 18'$ y $11^{\circ} 20'$ latitud N y los $74^{\circ} 09'$ y $74^{\circ} 07'$ longitud W. Chengue está situada aproximadamente en la mitad del Parque Nacional Tayrona, el cual posee una serie de bahías y ensenadas que se extienden desde Santa Marta hasta Cañaverales hacia el este. Chengue es quizá la más representativa y mejor conservada de todas las que hacen parte del Parque su orientación es sur-noreste y cubre un área de 2,5 km² aprox. Como en las bahías vecinas, las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, terminan abruptamente en el mar, formando los límites laterales en el oeste y este; así mismo, sus rocas masivas protegen la parte interior de la bahía del oleaje fuerte que viene de mar abierto (Fig. 1).

Las formaciones rocosas de estas estribaciones dominan la estructura litoral en ambos lados de la bahía, desde la región expuesta en el norte y hacia adentro, hasta la mitad de la bahía. De la mitad hacia el fondo aumentan las acumulaciones de sedimentos en el litoral, formando playas angostas de cascajo y arena fina, mientras al este, al oeste y al sur, las acumulaciones de sedimentos aislaron lagunas costeras bordeadas por manglares.

Formadas por sedimentación en la zona de transgresión de la región litoral de Chengue se encuentran tres diferentes tipos de laguna costera:

(1) Temporal, sin comunicación con la bahía, con agua sólo durante el invierno, en el margen suroeste; vegetación xerofítica y subxerfítica en su área de influencia (Fig. 2).

(2) Permanente, con comunicación a la bahía, en el margen sur; bordeada por manglares, y con un área de 0.5 km² aprox. (Fig. 2).

(3) Permanente, sin comunicación con la bahía, con agua durante todo el año, por la protección que le ofrecen los manglares (Fig. 2).

En la segunda Laguna, mejor conocida como Laguna Sur, su permanente comunicación con las aguas de la bahía y la cercanía de ecosistemas tan variados y característicos como playas angostas, franjas de manglar, praderas de fanerógamas y algas, y arrecifes de coral, ocasiona complejas interrelaciones entre los organismos, dando particularidades específicas al flujo energético de la zona. En la Laguna suroeste el terreno es amplio y salitroso debido al cierre definitivo de la única comunicación que tenía con las aguas de las bahías, por efecto

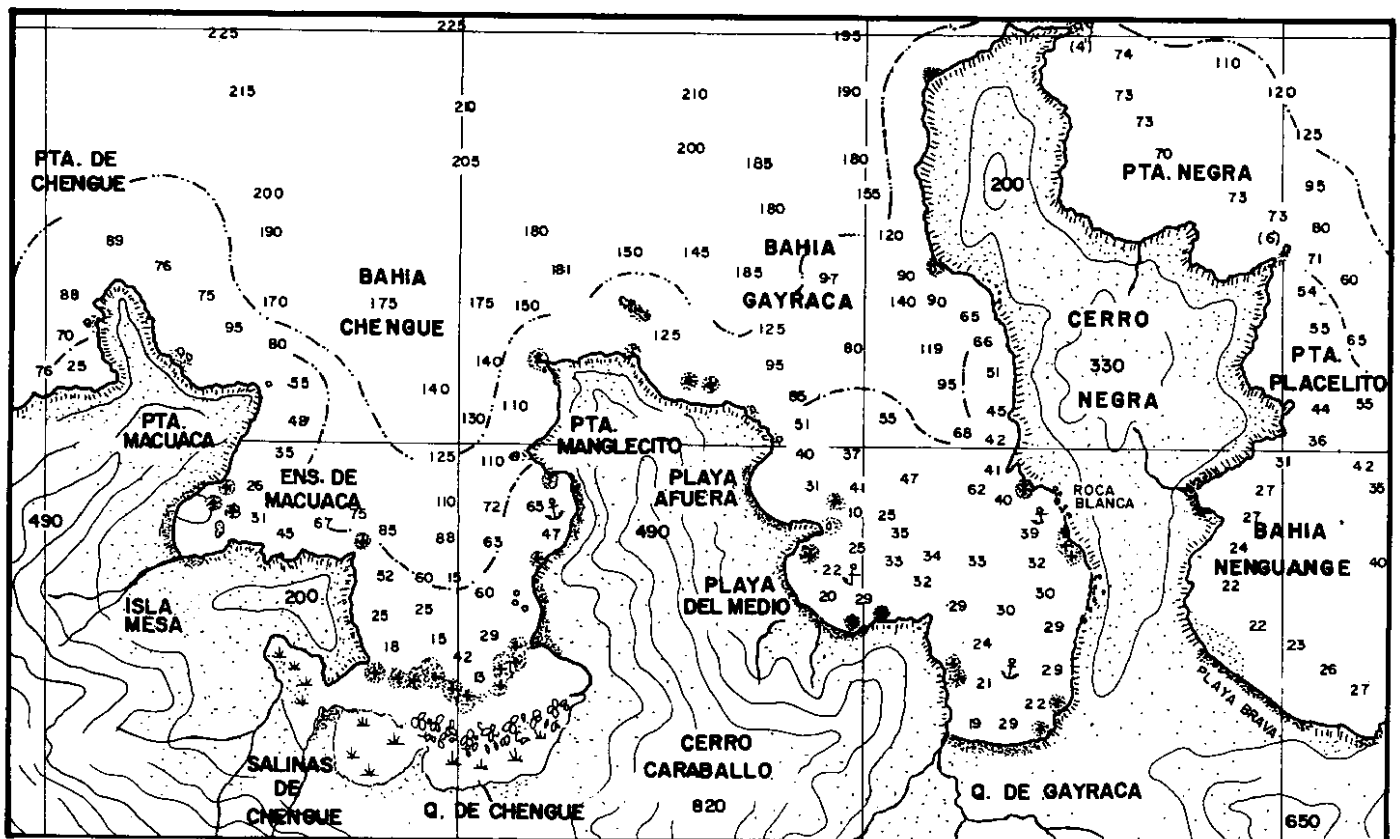


Figura 1. Mapa histórico y batimétrico del área de estudio, elaborado por la expedición del yate Fairwinds en diciembre 1963 y octubre 1967 (capt. Kit. S. Kapp, 1970. Cliff Road, Northbend, Ohio, USA).

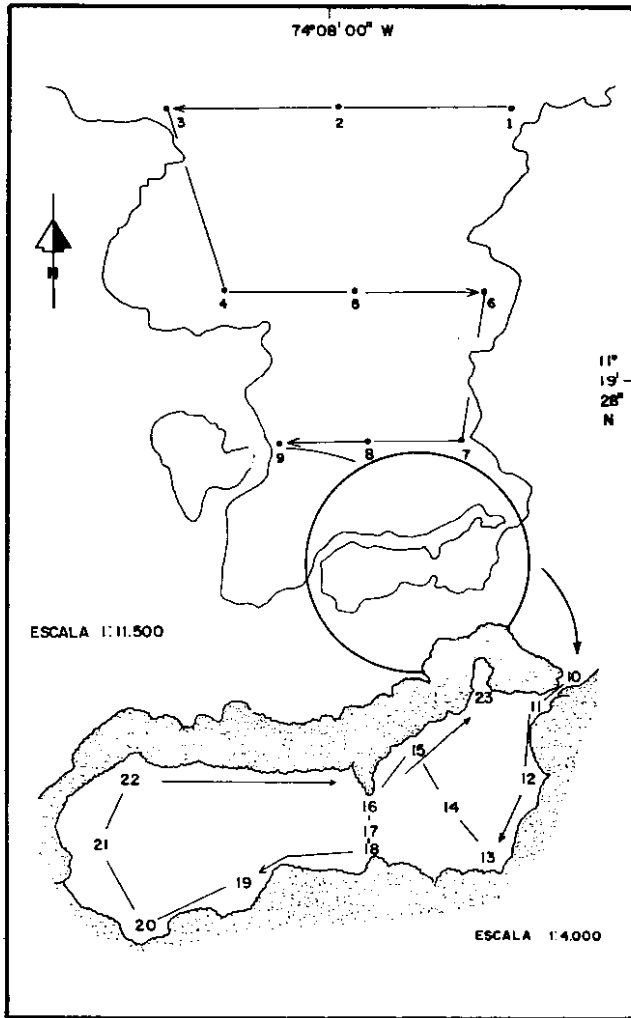


Figura 2. Mapa del área de estudio donde se señalan las estaciones y el recorrido efectuado en los días de muestreo.

dinámico del patrón de sedimentación; durante la mayor parte del año se encuentra inundada por el invierno estacional y sirve como salida durante el verano. Las salinas de Chengue existen desde tiempos prehistóricos (Vargas, 1948) así como las de Dibulla, Santa Marta y Pozos Colorados (Oyuela, 1987).

El clima del área es tropical, con una temperatura media anual de 27.9°C (IGAC, 1975; Bastidas & Corredor, 1977); los vientos predominantes son los alisios de diciembre hasta abril y los del suroeste-oeste de julio hasta agosto (Bula-Meyer, 1985).

La precipitación pluvial alcanza una media de 613 mm, con un marcado período de lluvias de mayo a noviembre y un hidrogadiante oeste-este y altitudinal (ESTUCOSTA, 1971 Herrmann, 1971, Hernández-Camacho & Rodríguez-Guerrero, 1972 INDERENA, 1972). Los accidentes fisiogeográficos causan diferencias de precipitación, lo cual, unido a la convergencia de los vientos cargados de humedad, genera condensación en las partes altas (niebla y/o lluvia), aumentando la precipitación en la parte oeste y reduciendo diferencias en la vegetación (INDERENA, 1972; Bastidas & Corredor, 1977). La evapotranspiración muestra igualmente una clara dependencia del régimen térmico y la elevación del lugar, y los cambios son drásticos; mientras en

el sector este se han medido 1.800 mm, en el oeste se han registrado 0 mm (Bastidas & Corredor, 1977).

De acuerdo con la estructura de la vegetación se detectan dos sectores dominantes: seco al este y húmedo al oeste, cuyo límite se halla situado en la Cuchilla del Muerto Cerro de Aguas Muertas. La vegetación es de tipo bosque húmedo perennifolio en las estribaciones de la Sierra, bosque y matorral seco en laderas y planicies cercanas al mar, y bosque haloxihidrofolio (especialmente manglares) en sectores reducidos adyacentes a la línea de costa (Hernández-Camacho & Rodríguez-Guerrero, 1972). La extensión que ocupan los manglares es muy pequeña, algunas veces con comunidades puras de *Rhizophora mangle* o con asociaciones de dos especies, *R. mangle* y *Avicennia germinans*.

En el margen oeste (Punta Manglecito - Laguna Sur) se encuentran los principales arrecifes coralinos protegidos del embate directo de las olas, en el margen este (Ensenada Macuca - Laguna Sur) predominan las praderas de fanerógamas sobre la arena y basamento de corales hermatípicos fosilizados. Una segunda Laguna ahora convertida en salina, se localiza en forma paralela al eje principal de la bahía. De acuerdo con la escasa cartografía existente, las tres lagunas se originaron en forma diferente; a partir de arrecife de barrera, la presencia de dos bocas, la dinámica de las aguas y la colonización progresiva de los manglares, ocurrió la estabilización de las lagunas Sur y Oriental, así como el aislamiento de la Laguna Occidental.

Los estudios sobre los recursos y ecosistemas de la Bahía han permitido conocer algunos aspectos sobre algas (Schnetter, 1977; Bula-Meyer & Schnetter, 1978; Schnetter & Bula-Meyer, 1979; Schnetter *et al.*, 1981; Bula-Meyer, 1982; Guillot & Márquez, 1978; Márquez & Guillot, 1983), manglares (Bastidas & Corredor, 1977; Bastidas de Pascuas, 1980), zoantarios (Manjarrés, 1982), corales pétreos (Werdning & Erhardt, 1976; Prahl & Erhardt, 1985; Solano, 1987), octocorales (Botero, 1987), moluscos (Gotting, 1973; Bandel, 1976a, 1976b; Cosel, 1976; Marcus, 1976), equinodermos (Meyer & Marcuda, 1976; Caycedo, 1978; Pawson & Caycedo, 1980; Gallo, 1988), crustáceos (Werdning, 1977, 1978; Prahl & Manjarrés 1984) y peces (Beese, 1974, Acero, 1983, Garzón & Acero, 1983). No obstante, es evidente la escasez de información sobre el área motivo del presente estudio, pues en la laguna Sur se circunscribió a los estudios que sobre manglares realizaron Bastidas y Corredor (1977) y Bastidas de Pascuas (1980).

Material y Métodos

Se realizaron salidas de campo mensuales desde octubre de 1981 hasta mayo de 1983 en las 23 estaciones escogidas (Fig. 2). Estas colectas comprendieron agua superficial tanto en la Bahía de Chengue como en la Laguna Sur; flora, fauna y sedimentos solamente en la Laguna.

Hidrografía

Las muestras de agua se recolectaron con una botella Ruttner de termómetro incorporado entre las 09:00

y 11:00 horas con una frecuencia quincenal. Las técnicas analíticas fisicoquímicas del agua comprendieron: salinidad por conductimetría, pH por medio de potenciometría, oxígeno disuelto según Winkler, nitrato inorgánico (nitritos + nitratos) por reducción en columna de cadmio-cobre y colorimetría de acuerdo con Strickland y Parsons (1972).

Flora y fauna

En las colectas de organismos se utilizaron diversos métodos a fin de lograr un cubrimiento lo más completo posible.

La vegetación terrestre se obtuvo mediante reconocimientos alrededor de la laguna y la colecta manual de partes representativas: hojas, flores, frutos y semillas. Se transportaron en una prensa y en el laboratorio se secaron y montaron en cartulina estándar para herbario.

El necton se capturó mediante la utilización de una atarraya con ojo de malla de 40 mm y una red agallera monofilamento con ojo de malla de 100 mm. Para el bentos se utilizaron tres métodos: colecta manual mediante buceo libre skin, red de arrastre de 1.50 m de longitud total, boca con marco metálico (relinga superior y alas) y relinga inferior de 0.75 cm con cadena, ojo de malla de 25 mm, efectuando arrastres paralelos a la costa de tres minutos de duración.

Las muestras fueron trasladadas en bolsas plásticas previa fijación *in situ* con formol al 15% en agua salobre. En el laboratorio fueron lavadas, separadas por especies, preservadas en formol al 2-5% dependiendo de las características de los organismos y etiquetadas para el proceso de catalogación definitiva dentro de las colecciones científicas del INVEMAR.

La información de campo fue analizada y relacionada con las variables abióticas e intraespecíficas, elaborándose tablas y gráficas de distribución espacial, así como una discusión comparativa a nivel de grupos mayores, a fin de obtener una idea lo más completa sobre la estructura de las comunidades presentes en el área.

Sedimentos

Las muestras de sedimentos se colectaron con una draga Stechkasten (0.067 m²) y fueron desecadas a 60°C en el laboratorio hasta peso constante. La evaluación de arenas y limo-arcillas se realizó según la metodología propuesta por Hulme y McIntyre (1971). Los análisis químicos realizados en el sedimento homogenizado y pulverizado comprendieron: materia orgánica por calcinación a 550°C hasta peso constante; carbón orgánico mediante oxidación por vía húmeda con dicromato de potasio y medición fotométrica a 620 nm (Clark, 1966); proteína, mediante reactivo de Folin-Ciocalteu y lectura fotométrica a 720 nm (Lowry et al., 1951); calcimetría por neutralización de los carbonatos con HCl 2 N y valoración del ácido remanente con NaOH 2N e indicador de fenolftaleína.

El análisis de la información incluyó la graficación de los resultados mediante la elaboración de isólineas o el registro directo de los valores sobre mapas, de acuerdo con la variabilidad obtenida.

Resultados

Sedimentos

a) Granulometría

La distribución de arenas (> 62) y limo-arcillas (< 62) en los sedimentos superficiales de la laguna indican una relación promedio de 6: 1 de arena a limo-arcilla, registrándose la mayor concentración de arenas en la zona adyacente a la boca (Fig. 2). La estación 17 presenta un nivel relativamente alto de limo-arcillas (31.1%), mientras que la estación 5, cercana al manglar, presenta una proporción similar para las dos fracciones. El contenido de limo-arcilla se incrementa en zonas alejadas de la boca, principalmente en lagunas, áreas adyacentes al manglar. La distribución granulométrica en la laguna depende de las condiciones locales tales como profundidad, velocidad de la corriente y estructura de la comunidad bentónica (agrupaciones de *Halimeda*, praderas de *Thalassia* y raíces sumergidas de *Rhizophora*). Estas estructuras fijan el sedimento, disminuyen la velocidad y el transporte del material limo-arcilloso. En el área de la boca, donde la velocidad de la corriente es alta por efecto de las mareas, hay gran transporte de material fino y mayor sedimentación de material grueso (arenas, cascajo, restos de coral y conchas de moluscos, entre otros).

b) Calcimetría

El contenido de carbonato tiende a disminuir de norte a sur (Fig. 3). Los niveles más altos se localizan en la boca y área adyacente mientras que los menores se encuentran en la zona opuesta (Estación 17). La concentración de carbonatos en la zona norte están muy relacionados con la presencia de caracoles muertos bajo la capa de sedimento.

En general, las fuentes de carbonato en la laguna son algas calcáreas, conchas de moluscos y restos de coral.

c) Materia orgánica

La distribución de materia orgánica en el sedimento de la laguna es homogénea, a excepción de dos áreas que presentan valores extremos: alta concentración en la orilla sur (Estación 10) y valores bajos en la boca; los primeros se originan en la producción del manglar y el aporte continental por escorrentía, y éstos últimos debido al "lavado" y resuspensión del material limo-arcilloso originado por las corrientes de marea.

d) Carbón Orgánico. Carbohidratos y Proteínas

La distribución superficial del carbón orgánico (Fig. 4a) presenta un comportamiento similar al de la materia orgánica; la variación de concentración entre las diferentes estaciones de estudio no es notable, exceptuando las estaciones de la zona de la boca y la estación 10.

La concentración de carbohidratos (Fig. 4b) en los sedimentos varía significativamente y depende del tipo de vegetación presente en cada estación en particular. Se aprecian los valores más altos en las zonas centrales de la laguna y en menor proporción en cercanía del man-

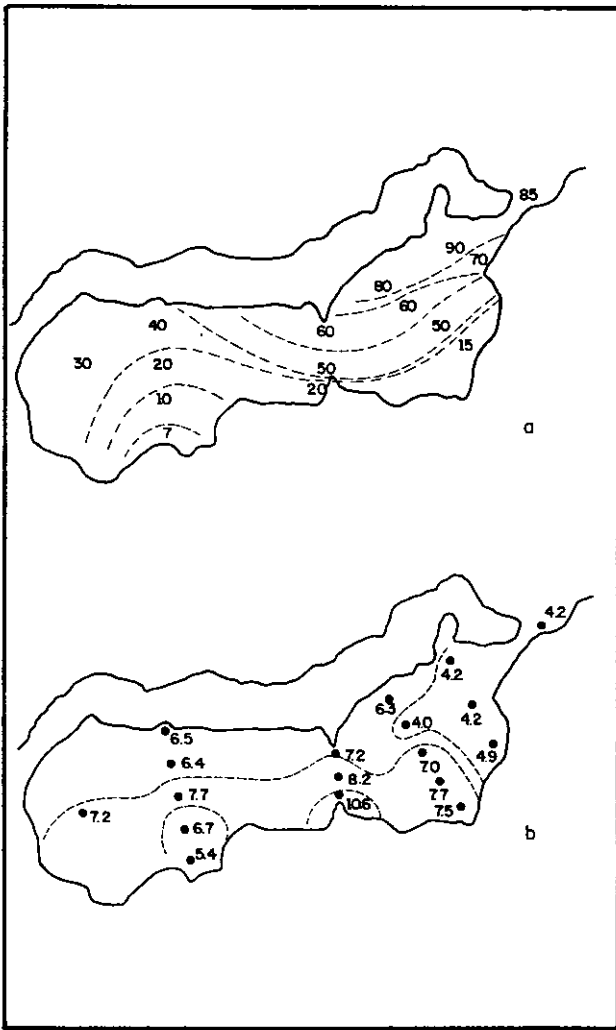


Figura 3. Isolíneas sobre la distribución de los porcentajes de carbonato (CaCO₃) (a), y de materia orgánica (b) en los sedimentos de la Laguna Sur.

glar; esto permite concluir que el productor principal de carbohidratos es la *Halimeda*. Como en los parámetros anteriores, los valores mínimos se encuentran en la zona de la boca.

La distribución de proteínas (Fig. 4c) es homogénea en la laguna, a excepción de algunas zonas adyacentes al manglar (Estaciones 5, 10, 17) que presentan valores altos. Lo anterior probablemente depende de la mayor oferta local de material orgánico, lo cual atrae una mayor cantidad de organismos descomponedores. Como en los casos anteriores se pueden apreciar disminuciones significativas de proteína en la zona de comunicación con la bahía.

Hidrografía general

Para facilitar el análisis de la información hidrográfica obtenida en la bahía se consideró la variación estacional de las condiciones físico-químicas utilizando los valores promedio de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y saturación de oxígeno de tres sectores representativos:

Sector A (Estaciones 1, 2 y 3), Sector B (Estaciones 4, 5 y 6) y Sector C (Estaciones 7, 8 y 9). No se

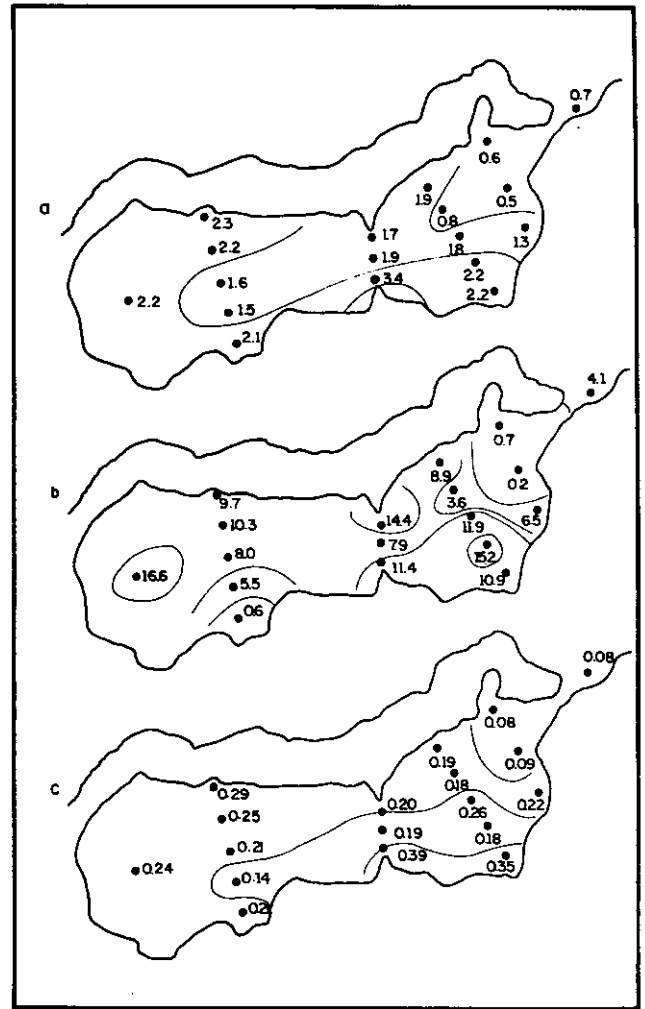


Figura 4. Isolíneas sobre la distribución de los porcentajes de carbón orgánico (a), carbohidratos (x10⁻³) (b), proteínas (c) en los sedimentos de la Laguna Sur.

consideró conveniente promediar los valores de nitrato debido a su alta variabilidad en los diferentes sectores de la bahía.

Por su parte, para la Laguna Sur se establecieron tres sectores: Sector D (Estación 11), Sector E (Estación 17) y Sector F (Estación 21).

Finalmente se debe mencionar que los resultados hidrográficos son válidos solamente para las horas de la mañana, ya que no se consideran los efectos de las corrientes de marea y la variación diurna de las variables estudiadas (Tabla 1).

A) Temperatura

El régimen climático regional se refleja en el comportamiento estacional de la temperatura en las aguas de la bahía y de la Laguna Sur. Hacia mayo, luego del período de "brisa", la temperatura empieza a aumentar alcanzando un máximo (33.5°C) a mediados de junio; luego, debido al "veranillo de San Juan", hay un descenso entre julio y agosto. Las temperaturas mínimas de esta época se presentan en julio y agosto en la bahía y en la laguna, respectivamente. Con la llegada del período de lluvias hay un incremento notorio de la temperatura que alcanza su máximo valor en septiembre; se presenta lue-

Tabla 1. Condiciones hidrográficas de la Bahía de Chengue y la Laguna Sur adyacente E = Estación; M = Máximo; m = mínimo; ma = Media anual; CV = Coeficiente de Variabilidad.

Rango de Parámetro Variación		Estaciones											
		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-11	E-17	E-21
Temperatura °C	M	29.2	29.2	29.2	29.1	29.1	29.5	29.3	29.5	30.2	32.0	33.5	32.7
	m	25.2	25.1	25.1	25.5	25.1	25.2	25.7	25.8	26.0	26.0	26.1	26.1
	ma	26.9	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.3	27.4	28.1	28.8	29.6	29.8
	CV	4.0	4.2	4.2	4.2	4.6	4.9	4.3	4.5	4.5	5.5	6.4	6.8
pH	M	8.45	8.45	8.36	8.50	8.49	8.50	8.46	8.44	8.40	8.30	8.41	8.41
	m	7.95	7.99	8.01	8.04	8.04	8.00	8.00	7.98	7.97	7.82	7.72	7.86
	ma	8.24	8.26	8.26	8.26	8.27	8.25	8.23	8.22	8.15	8.04	8.03	8.06
	CV	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.7	1.5	1.3	1.9	1.5	2.6	2.4
Salinidad %	M	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	39.2	40.5	40.9
	m	33.8	33.8	33.8	33.7	33.7	33.7	33.8	33.8	33.1	35.1	32.0	35.1
	ma	35.8	35.8	35.8	35.9	35.8	35.9	35.9	35.9	36.0	36.7	37.4	38.3
	CV	3.7	3.3	3.1	3.1	3.5	3.2	3.2	2.9	3.7	3.4	5.9	3.9
Oxígeno Disuelto ml/lt	M	5.07	5.08	4.9	5.31	4.90	4.93	5.18	4.85	6.67	4.55	5.98	5.31
	m	4.57	4.58	4.39	4.35	4.37	4.46	3.97	3.81	3.33	2.80	3.03	3.30
	ma	4.74	4.80	4.73	4.73	4.68	4.71	4.49	4.39	4.32	3.65	4.60	4.35
	CV	3.0	3.2	3.2	4.8	3.0	3.4	6.7	7.7	19.2	15.1	19.9	13.2
Saturación de oxígeno %	M	113	113	111	120	109	111	114	107	150	110	142	131
	m	98	99	99	97	107	98	86	83	73	64	71	80
	ma	104	105	104	104	103	103	99	97	97	83	107	101
	CV	4.1	4.3	3.9	5.6	3.3	3.9	7.2	7.8	19.7	15.9	22.2	14.6
Nitrato Inorgánico μ moles/lt	M	1.11	0.80	0.92	1.20	1.08	0.92	0.90	0.97	0.80	1.30	0.97	0.84
	m	0.12	0.18	0.21	0.29	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	CV	62.1	60.0	49.4	51.1	48.9	54.0	56.9	55.0	50.4	44.0	41.2	34.3

go descenso noble para la laguna y la bahía, en su orden. La disparidad en las temperaturas mínimas debe atribuirse a la influencia de la surgencia costera sobre las lagunas de la bahía.

Con respecto a la laguna, la temperatura superficial es homogénea en todo el espejo de agua y su variación depende de la hora del día, cambios de marea y corrientes generadas dentro de la laguna y los eventos climáticos momentáneos (brisa, lluvia y radiación solar). En las horas pico de pleamar y bajamar, sin corrientes fuertes y radiación uniforme, se registran por lo general temperaturas similares en toda la laguna (Figs. 5b y c), mientras que en horas de movimiento de marea, generadoras de corrientes fuertes dentro de la laguna, se presentan gradientes térmicos (Fig. 5a). De lo anterior se deduce que la temperatura en la laguna es muy variable y hace difícil establecer un patrón de comportamiento para ella.

b) Salinidad

Como en el caso de la temperatura, el régimen climático (precipitación -concentración salina; "brisas"

- surgencia + evaporación y temperatura -evaporación) influye en la variación estacional de la salinidad (Figs. 6, 7 y 8). Con el inicio del período de lluvias empieza a disminuir la salinidad, alcanzando sus valores mínimos en septiembre y octubre para la bahía y la laguna, respectivamente. Con la terminación de las lluvias y la irrupción de la "brisa" regional hay un incremento fuerte de la salinidad que, luego de un pequeño descenso en enero, alcanza su valor máximo en febrero.

En el comportamiento de la salinidad se puede observar la penetración desde mar afuera de cuñas de agua de baja salinidad (Fig. 6), que dividen las aguas de la bahía en su zona central. Los ciclos anuales de la salinidad son idénticos en la bahía y la laguna, sin embargo esta última registra mayor variación en sus valores extremos.

La variación de la salinidad en los sectores A, B y C de la bahía es muy similar (Tabla 1, Fig. 6), mientras que los sectores D, E y F de la laguna presentan mayores diferencias (Tabla 1). La zona adyacente a la boca (D) es la que menos variación experimenta por su contacto directo con las aguas de la bahía y tiende a presentar

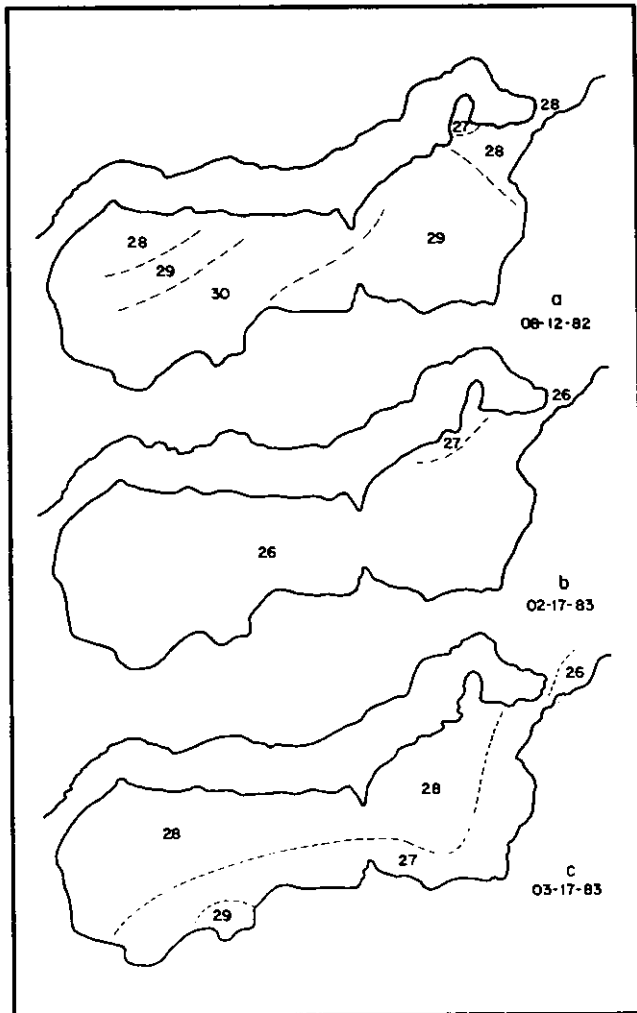


Figura 5. Isotermas representativas en la Laguna durante el período de estudio: (a) acción de la marea, (b) homogenidad y calma, (c) acción de la radiación solar.

salinidades menores que las zonas interiores de la laguna (E, F) (Fig. 6, 7). Esta estratificación salina no ocurre durante los meses más lluviosos del año (septiembre a noviembre), cuando el alto aporte de agua lluvia ocasiona una inversión del gradiente de salinidad en la laguna (Figs. 6, 7) y se presentan diferencias menores entre los valores de la salinidad de los sectores D, E y F (Figs. 6, 7). La distribución de la salinidad varía por tanto en época seca durante el proceso de alteración del patrón de evapotranspiración (Fig. 8a) y durante la entrada de aguas dulces provenientes de la escorrentía de las montañas vecinas, durante un proceso de alta precipitación (Fig. 8b).

c) Potencial de Hidrógeno

El ciclo anual del pH en la bahía presenta valores relativamente constantes, a excepción de pequeñas desviaciones de la media anual en mayo de 1982, enero y mayo de 1983. En la laguna se observan mayores desviaciones del pH que en la bahía (Fig. 9). Los coeficientes de variación (Tabla 1) indican un incremento en los cambios de pH desde la bahía hasta el fondo de la laguna, registrándose por lo general valores menores del pH en este último cuerpo de agua (Fig. 9). La mayor variación del pH en la laguna permite suponer cambios drás-

ticos en la alcalinidad de sus aguas y por tanto en los procesos de fertilización.

d) Oxígeno disuelto y saturación de oxígeno

La variación estacional de oxígeno en los sectores A y B de la bahía es poco significativa (Fig. 10a), aumenta a medida que se penetra en el sentido Norte-Sur y en la laguna (Sectores C, D y E), y disminuye ligeramente en el sector F (Tabla 1).

Con respecto a la saturación de oxígeno, hay sobresaturación en los sectores A y B durante casi todo el año, mientras que los sectores C de la bahía, D y E oscilan dentro de un amplio rango por encima y por debajo del 100% de saturación (Fig. 10b). Por parte, el sector F se mantiene subsaturado en la mayor parte del ciclo anual. En la zona suroriental de la laguna se registran deficiencias notorias de oxígeno (Fig. 10a) debido a su alta demanda por la descomposición aeróbica de la materia orgánica presente.

Contrastando las curvas estacionales de oxígeno y de nitrato inorgánico es posible observar registros altos de oxígeno después de dos o cuatro semanas de registrarse niveles altos de nitrógeno orgánico.

e) Nitrato inorgánico

Las curvas estacionales de N inorgánico ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$) presentan amplias variaciones en la bahía y en la laguna.

En la bahía se registran los más altos valores de mayo a julio y de noviembre a diciembre, mientras que los más bajos (Fig. 11a) se encuentran entre septiembre y octubre y, entre febrero y marzo (Fig. 11b). Este comportamiento parece estar relacionado entonces con los períodos de lluvia y sequía locales. Los valores mínimos observados deben ser consecuencia de un consumo alto para los procesos de incremento de la producción acuática, como se refleja posteriormente en el aumento de los niveles de oxígeno generados por una mayor actividad vegetal.

El ciclo anual de N inorgánico en la bahía es similar al de la laguna, pero en esta última el rango de variación tiende a disminuir a medida que se penetra desde afuera hacia dentro (Tabla 1). De mayo a julio se encontraron valores relativamente altos en la entrada de la laguna asociados con valores relativamente bajos en su interior (Sector F), mientras que en el resto del año se presenta cierta homogeneidad en los niveles de N inorgánico (Fig. 11).

Flora de la Laguna del Sur

a) Chlorophyta

Seis especies correspondientes a cuatro familias (Tabla 2), fueron colectadas durante el estudio, asociadas a sustrato arenoso y limo-arcilloso. En la figura 12 se aprecia la distribución de *Halimeda opuntia*, la cual forma verdaderas praderas, se concentra sobre el eje central de la laguna, compitiendo en abundancia con *Thalassia testudinum*, para luego predominar extensamente,

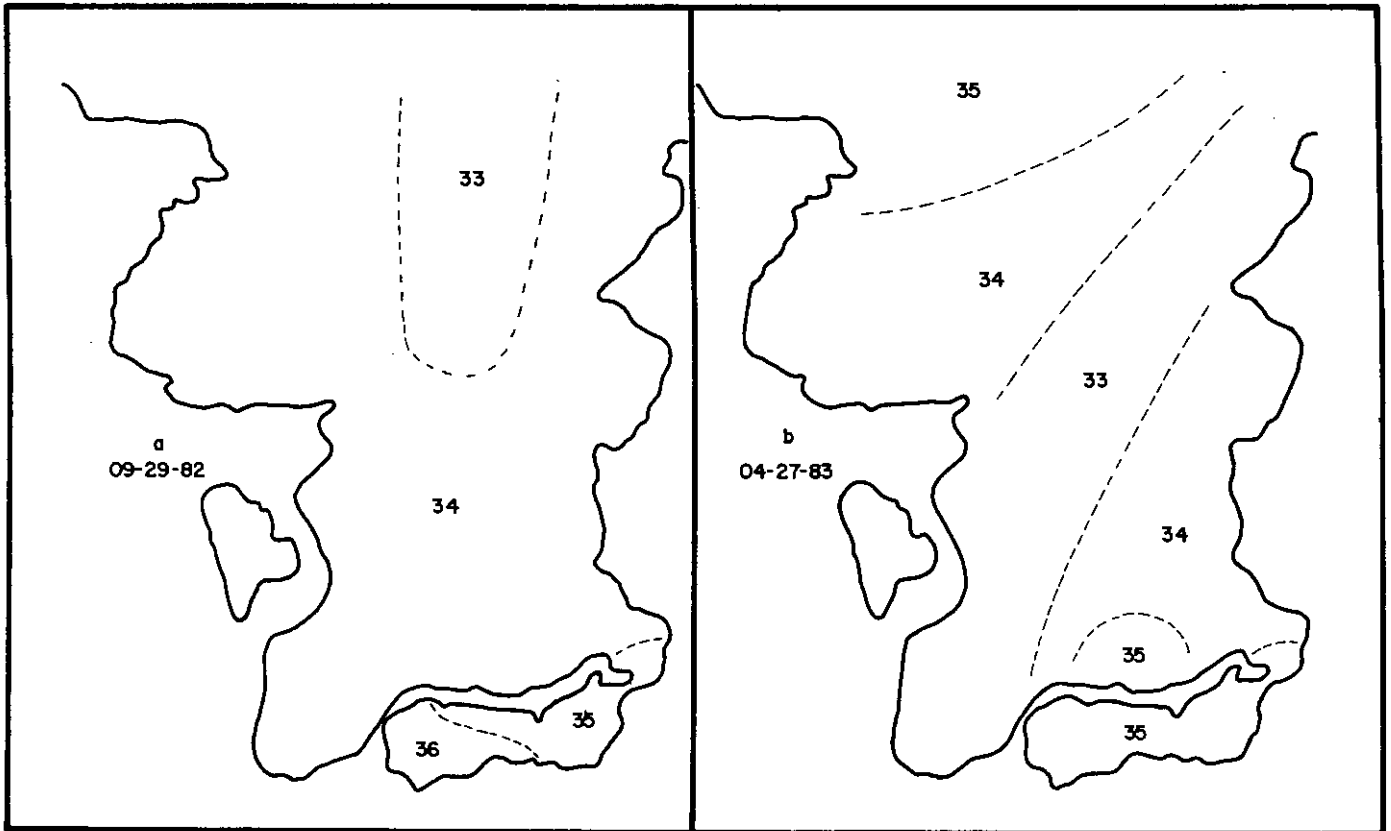


Figura 6. Isolíneas de salinidad (%) superficial en el área de estudio representativas de las variaciones registradas durante el presente estudio: (a) época seca, septiembre 1982, (b) época de lluvia, abril 1983.

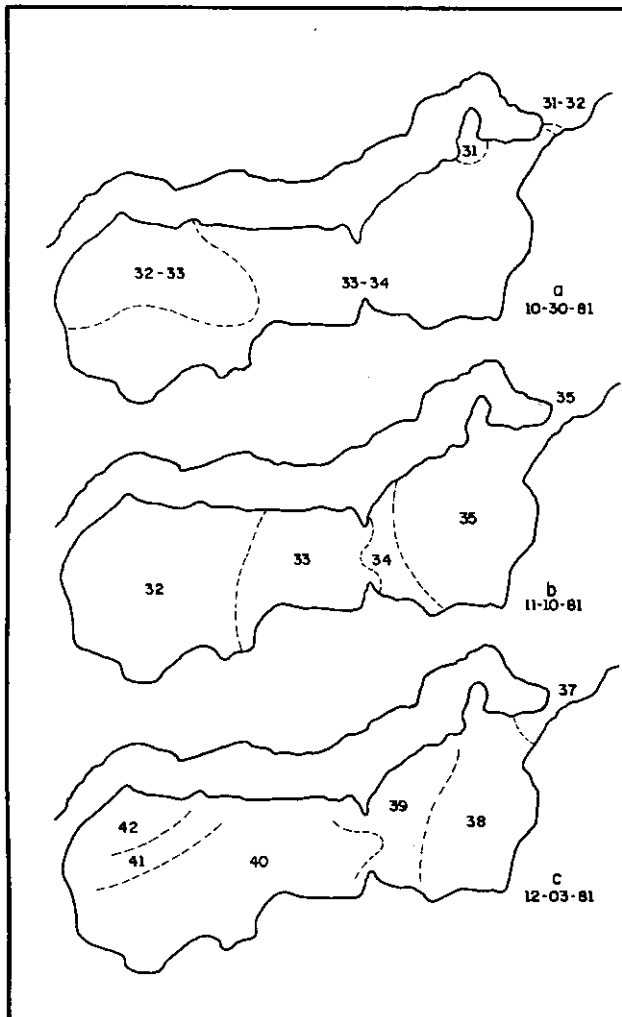


Figura 7. Isolíneas de salinidad (%) superficial representativas de las variaciones registradas en los meses de pre-muestreo: octubre (a), noviembre (b), diciembre (c) de 1981.

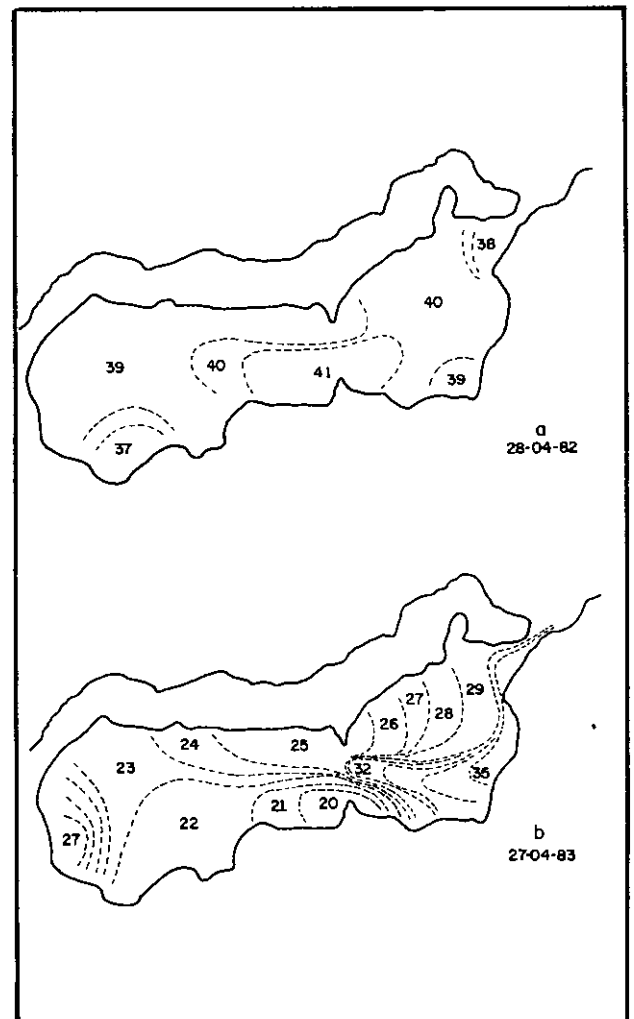


Figura 8. Isolíneas de salinidad (%), (a,b) superficial representativas en la Laguna, durante el período de estudio, 1982-1983.

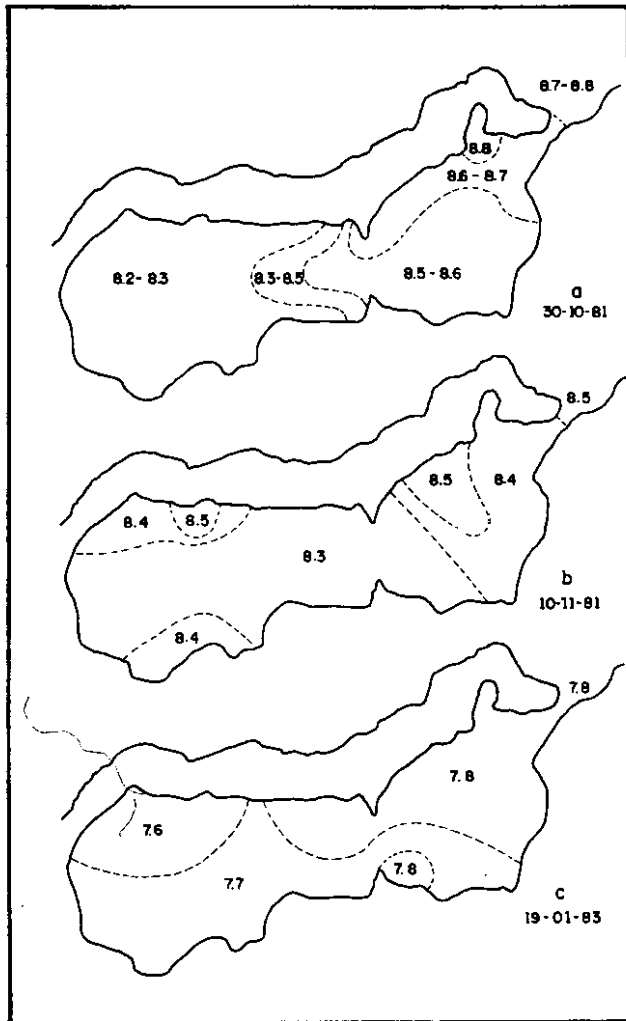


Figura 9. Isofleas de pH (a, b, c) superficial representativas de las variaciones antes y durante el presente estudio.

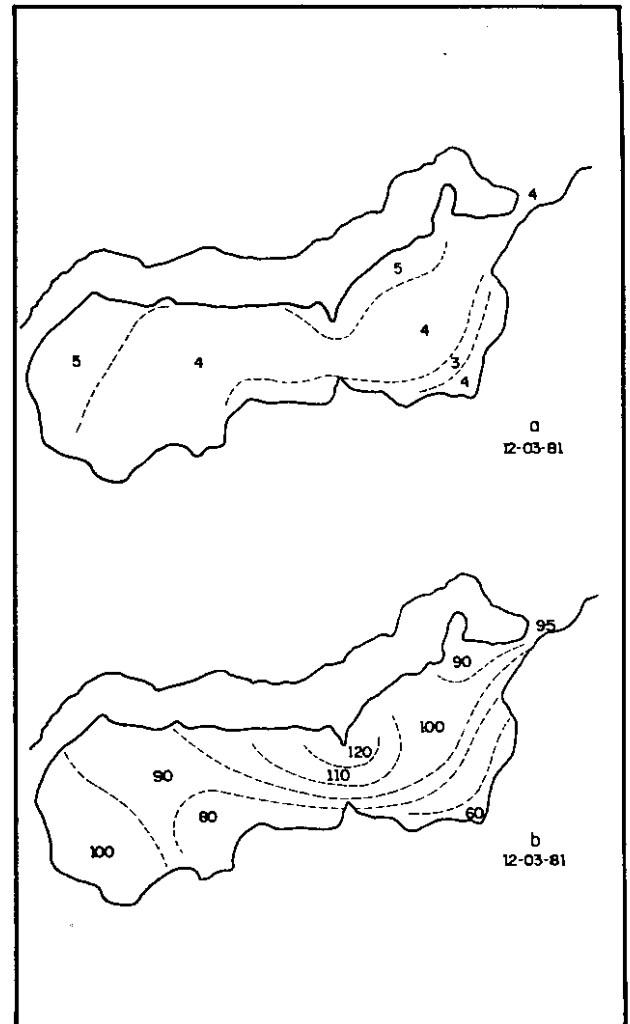


Figura 10. Isofleas representativas del oxígeno disuelto (mg/lit) (a) y el % de saturación (b) en la Laguna Sur.

hacia el interior de la laguna. *Caulerpa sertularioides* sigue en abundancia relativa, la cual se encuentra asociada con *Codium isthmocladium* y *Chaetomorpha branchygonia*. Generalmente las algas se hallan impregnadas de abundante limo y sobre talus de *Halimeda* en proceso de mineralización.

b) Phaeophyta

Las dos especies encontradas (*Padina gymnospora* y *Dictyota dichotoma*) son poco abundantes principalmente *Padina*. En cambio cerca del canal limo-arcilloso que bordea la laguna se encontraron agrupaciones densas de *Dictyota*.

c) Rhodophyta

La presencia de las tres especies (dos familias) sólo fue registrada en los sustratos arenosos de la boca, donde predomina *Thalassia*. La mayor abundancia relativa correspondió a *Gracilaria compressa*.

d) Praderas de fanerógamas

Como puede observarse en la figura 12, *Thalassia testudinum* es la más abundante tanto dentro como fuera de la laguna, constituyéndose en la comunidad que relaciona el ambiente lagunar con el arrecifal que domi-

na a escasos 100 m de la boca. Sus hojas son exuberantes y forman sectores densamente cubiertos, que afloran durante la marea baja. El largo de sus hojas varía entre 10-30 cm dentro de la laguna y 15 a 55 cm fuera de ella. Cerca a la boca, sobre el sustrato de arena gruesa y guijarros, se encontró *Halodule wrightii* y *Halophila baillonis* pero su densidad escasamente tiene una proporción de 1: 5 en relación con los densos rodales de *Thalassia*, entre la cual se intercalan.

e) Manglares

Dos especies de manglar se hallan alrededor de la laguna y *Rhizophora mangle* es la dominante con 85%.

Como se observa en la figura 12, sus rodales bordean toda la laguna y sólo en áreas muy localizadas al sur y al norte se hallan intercalados ejemplares de *Avicennia germinans*, cuya presencia coincide con las desembocaduras de dos quebradas temporales y prosperan en los reducidos pantanos salitrosos al sur, en cambio al norte se les encuentra formando rodales puros en la comunicación temporal laguna-bahía al oeste e intercalados nuevamente en la floresta de *Rhizophora* pero aislados de la bahía por la barra consolidada.

Las raíces fúlcreas o aéreas de *Rhizophora* soportan una gran cantidad de organismos, pero su abundan-

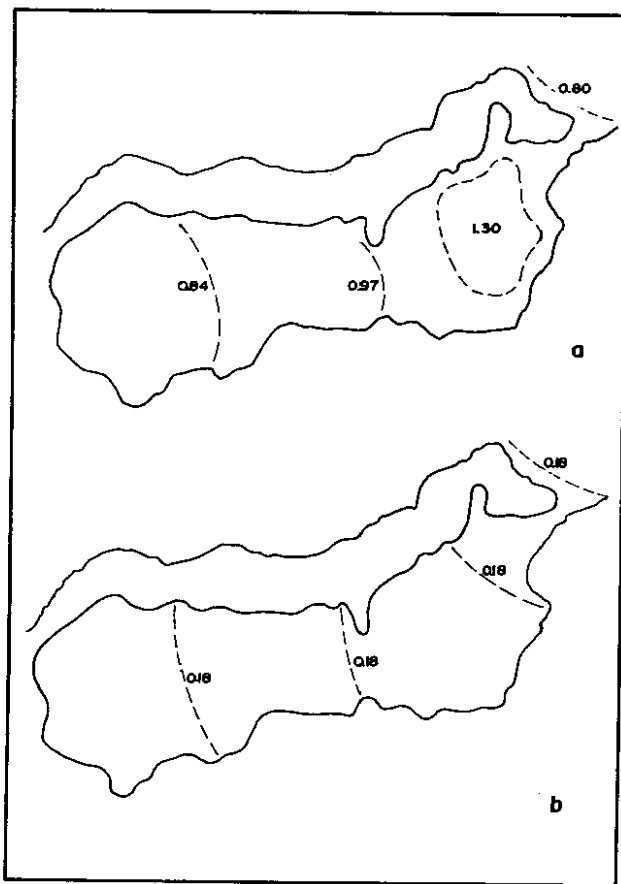


Figura 11. Isolíneas representativas del nitrato inorgánico μ moles/lit máximo (a) y mínimo (b) en la Laguna Sur.

cia y diversidad es baja si se la compara con observaciones realizadas en ambientes similares del Caribe colombiano.

La disminución de organismos asociados es drástica desde la boca hasta el interior de la laguna.

f) Vegetación de Piedemonte

Tres especies de dos familias, se reconocieron como representantes de la formación ecológica de bosque xerofítico caducifolio, siendo muy característico el piedemonte localizado al oeste (Tabla 2).

Fauna de la laguna sur

a) Hidrozoa

Los hidroides representan una parte muy importante y significativa de la epifauna del manglar de la laguna, su distribución se encuentra estrictamente organizada en zonas muy definidas desde la boca hasta el interior, apreciándose especies características en la pradera de *Thalassia* y el manglar tanto fuera de la laguna, y en la boca, como en el interior de la laguna (Tabla 3). Se observaron cambios en la actividad pero no en la distribución a través del año, aunque si existe un gradiente muy significativo en la abundancia y en la biomasa de los hidroides de la laguna, con un máximo en la desembocadura, el cual disminuye rápidamente hacia el interior (Fig. 13). Este gradiente se observó siempre, pero hay cambios periódicos en las diferentes estaciones a través del año. Los cambios de la actividad

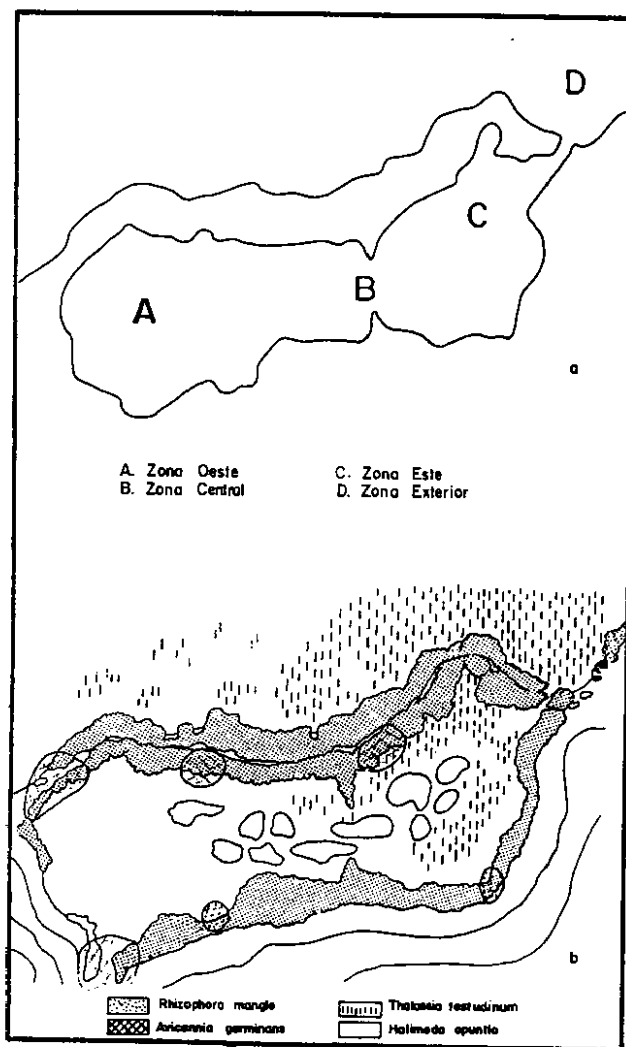


Figura 12. Laguna Sur de Chengue: (a) Localización de las zonas identificadas para los estudios biológicos; (b) distribución de la vegetación predominante.

son a veces muy drásticos y oscilan entre una población extremadamente densa y desarrollada hasta la resolución completa durante cierto tiempo.

Observaciones complementarias sobre las épocas de maduración, permitieron establecer que los máximos de actividad se hallan entre abril-mayo y septiembre-noviembre.

Una nueva especie del género *Eudendrium* será descrita posteriormente dentro de una sinopsis de la familia Eudendriidae de la región de Santa Marta (Mag.), así como la ecología de los hidroides de la laguna la cual se publicará aparte.

b) Anthozoa

Sólo se encontró una especie (*Porites porites*), colectada viva fuera de laguna pero muerta dentro de ésta, especialmente en las zonas donde el sedimento es arenoso y la densidad de *Thalassia* es baja.

c) Briozoa

Cinco especies pertenecientes a dos familias fueron identificadas, notándose que la mayoría fue captura-

Tabla 2. Flora hallada en la Laguna Sur de Chengue Parque Nacional Tayrona (X = Colectada, O = Observada, - = Ausente).

Familias y especies	Zona			
	A	B	C	D
ALGAS VERDES				
1. Ulvaceae				
1. <i>Enteromorpha compressa</i> (L.) Grev.	-	-	x	x
2. Cladophoraceae				
2. <i>Cladophora crispata</i>	-	-	x	-
3. <i>Chaetomorpha brachygona</i> Harvey	-	-	x	-
3. Codiaceae				
4. <i>Codium isthmocladum</i> Vickers	-	-	x	-
5. <i>Halimeda opuntia</i> (Linnaeus) Lamouroux	x	x	x	-
4. Caulerpaceae				
6. <i>Caulerpaceae sertularioides</i> (Gmelin)	-	x	x	-
ALGAS PARDAS				
5. Dictyotaceae				
7. <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	-	x	x	x
8. <i>Padina gymnospora</i> (Kützinger) Vickers	-	-	x	x
ALGAS ROJAS				
6. Hypneaceae				
9. <i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) Lamouroux	-	-	x	x
7. Gracilariaceae				
10. <i>Gracilaria compressa</i> (C. Agardh) Greville	-	-	x	x
11. <i>G. verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss	-	-	x	x
PRADERAS				
8. Potamogetonaceae				
12. <i>Halodule wrightii</i> (Acherson) Acherson	-	-	x	x
9. Hydrocharitaceae				
13. <i>Halophils baillonis</i> Acherson	-	-	x	x
14. <i>Thalassia testudinum</i> Koenig	-	x	x	x
MANGLARES				
10. Avicenniaceae				
15. <i>Avicennia germinans</i> (Linnaeus)	x	x	-	-
11. Rhizophoraceae				
16. <i>Rhizophora mangle</i> (Linnaeus)	x	x	x	x
VEGETACION PIEDEMONTE				
12. Mimosaceae				
17. <i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC	x	x	x	x
13. Cactaceae				
18. <i>Opuntia wentiana</i> (Britt & Shaf.)	O	-	-	-
19. <i>Stenocereus griseus</i> (= <i>Lemaireocereus griseus</i> Haw.) Br. et R.	O	O	-	-

da en las praderas de la *Thalassia*, tanto sobre el sustrato como sobre las hojas de la fanerógama. *Zoobotryon verticillatum* constituye verdaderas praderas entre la *Thalassia*, en cambio *Amathia distans* se asocia con *Halimeda* y *Caulerpa*, haciendo más compacta la relación (Fig. 14a).

d) Mollusca

Crassostrea rhizophorae fue el único bivaldo vivo que se pudo colectar con una densidad muy baja sobre las raíces de *Rhizophora*. Entre los gastrópodos sobresalen *Strombus pugilis* en la boca de la laguna, *Melongena melongena* y *Vasum muricatum* tanto en la boca como en el área central de la laguna (Fig. 14b). Se resalta la gran cantidad y diversidad de restos de moluscos y micromoluscos encontrados en los diferentes sedimentos colectados dentro de la laguna.

e) Echinodermata

Dos especies de erizos fueron encontrados en la pradera de *Thalassia* (*Lytechinus variegatus* y *Tripneustes ventricosus*) y una entre las raíces de *Rhizophora* (*Diadema antillarum*) pero sólo esta última presenta una abundancia considerable (Fig. 16a). Todas fueron halladas fuera de la laguna donde es característica la buena circulación de aguas y abundante alimento, proveniente de la laguna. Cerca de la región oral de *Lytechinus*, perfectamente camuflados, se hallaron isópodos y camarones (*Gnathophylloides mineri*), en proporción de dos huéspedes por cada 35 erizos observados.

f) Crustácea

Dentro de la Natantia, *Trachycaris restricta* y *Alpheus viridari* predominan sobre *Penaeus notialis*, encontrando las tres especies, su hábitat preferido en las praderas de *Halimeda* - *Caulerpa* (Fig. 15a).

Dieciséis especies de cangrejos y una de langostas, hacen parte de los Reptantia. Sobresalen entre este grupo las especies comerciales que se explotan actualmente, como la langosta espinosa *Panulirus argus*, y aquellas que tienen un gran potencial como especies de consumo, tal es el caso de *Callinectes* spp (*C. danae*, *C. marginatus*, *C. ornatus*, *C. sapidus*). La colecta de la langosta se realizó dentro de la laguna y en la pradera de *Thalassia*, utilizando red de arrastre; mientras que las mejores colectas para las jaibas (*C. sapidus*) se realizaron con red agallera en la boca de la laguna (Fig. 15b).

Pagúridos, porcelánidos, xántidos y májidos son frecuentes en las praderas de *Halimeda* - *Caulerpa* - *Codium* haciendo parte de la fauna que aprovecha integralmente este hábitat.

Calappa flamea en cambio prefiere los sustratos arenosos libres de vegetación, cerca de la boca. Los grápsidos son comunes en raíces, tallos y ramas vivas de *Rhizophora* pero también usan troncos muertos; *Uca* (*Minuca*) *rapax* es frecuente en los salitrales o áreas pantanosas asociados a las raíces emergentes de *Avicennia* (Figs. 15a, b), *Ucides cordatus* prefiere en cambio lugares sombreados y hace sus galerías entre las raíces y tallos de *Rhizophora* o del trupillo (*Prosopis juliflora*) (Fig. 15b).

g) Peces

Mediante el uso de tres artes de pesca (atarraya, red agallera, red de arrastre) y la observación (buceo skin) se obtuvo una apreciación bastante completa de la ictiofauna (20 especies, 16 familias).

Contrariamente a lo que pudiera esperarse en ambientes lagunares, las especies más abundantes fueron las de la familia Gobiidae. En cuanto a las especies de interés comercial se destaca la captura de *Caranx hippos* (macho, 250 mm lt), *Gerres cinereus* (hembra, 230 mm lt), *Aetobatus marinari* (macho, 980 mm lt), todas con red agallera.

Las zonas adyacentes a la boca tanto dentro como fuera de la laguna presentaron la mayor diversidad y

Tabla 3. Fauna hallada en la Laguna Sur de Chengue Parque Nacional Tayrona (X = Colectada, O = Observada, - = Ausente).

Familias y especies	Zona				Familias y especies	Zona			
	A	B	C	D		A	B	C	D
HIDROZOARIOS					26. Paguridae				
1. Halocordylidae					36. <i>Clibanarius cubensis</i> (Saussure)	-	x	x	-
1. <i>Halocordyle disticha</i> (Goldfus)	-	-	x	x	37. <i>C. tricolor</i> (Gibbes)	-	x	x	-
2. Eudendriidae					27. Porcellanidae				
2. <i>Eudendrium</i> nov. sp.	-	-	x	x	38. <i>Porcellana sayana</i> (Leach)	-	x	-	-
3. <i>Myrionema hargitti</i> (Cogdon)	-	-	x	x	28. Portunidae				
3. Bougainvilliidae					39. <i>Callinectes danae</i> Smith	-	-	x	-
4. <i>Bougainvillia</i> sp.	-	-	x	x	40. <i>C. marginatus</i> (A. Milne Edwards)	-	-	x	-
4. Haleciidae					41. <i>C. ornatus</i> Ordway	-	-	x	-
5. <i>Halecium halecium</i> (Linnaeus)	-	-	x	x	42. <i>C. sapidus</i> Rathbun	x	-	x	-
5. Campanulariidae					29. Calappidae				
6. <i>Obelia biscupidata</i> Clarke	-	-	x	x	43. <i>Calappa flamea</i> (Herbst)	-	-	x	-
7. <i>O. dichotoma</i> (Linnaeus)	-	-	x	x	30. Ocypodidae				
6. Sertulariidae					44. <i>Uca (Minuca) tapax</i> (Smith)	x	x	x	x
8. <i>Dynamena cornicina</i> McCrady	-	-	x	x	31. Gecarcinidae				
9. <i>D. crisioides</i> Lamouroux	-	-	x	x	45. <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus)	-	x	x	-
10. <i>Sertularia turbinata</i> (Lamouroux)	-	-	x	x	32. Grapsidae				
11. <i>Thyroscyphus ramosus</i> Allman	-	-	x	x	46. <i>Pachygrapsus gracilis</i> (Saussure)	x	-	-	-
7. Plumulariidae					47. <i>Sesarma angusticeps</i> Dana	x	-	-	-
12. <i>Plumularia halecioides</i> (Alder)	-	-	x	x	33. Xanthidae				
ANTHOZOARIOS					48. <i>Gnathophylloides mineri</i> (Schmit)	-	-	-	x
8. Poritidae					49. <i>Menippe nodifrons</i> Stimpson	-	x	-	-
13. <i>Porites porites</i> (Pallas)	-	x	x	x	50. <i>Panopeus herbstii</i> H. Milne Edwards	-	x	-	-
GORGONACEOS					34. Majidae				
9. Plexauridae					51. <i>Macrocoeloma trispinosum</i> (Latreille)	-	x	x	-
14. <i>Muricea muricata</i>	-	-	-	x	52. <i>Microphrys bicornutus</i> (Latreille)	-	x	x	-
BRIOZOARIOS					PECES				
10. Vesiculariidae					35. Aetobatidae				
15. <i>Amathia distans</i> (Busk)	-	-	x	-	53. <i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen)	-	-	x	-
16. <i>A. vidovici</i> (Heller)	-	-	x	-	36. Engraulididae				
17. <i>Discoporella umbellata</i> (Defrance)	-	-	x	-	54. <i>Engraulis eurystole</i> (Hildebrand)	-	-	x	-
18. <i>Zoobotryon venticillatum</i> (Ehrenberg)	-	-	x	-	37. Scorpaenidae				
11. Adeonidae					55. <i>Scorpaena cf. grandicornis</i> Cuvier	-	-	x	-
19. <i>Reptadeonella bipartita</i>	-	-	x	-	38. Carangidae				
MOLUSCOS					56. <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus)	-	-	x	-
12. Littorinidae					39. Lutjanidae				
20. <i>Littorina angulifera</i> (Lamarck)	-	x	x	-	57. <i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum)	-	-	O	-
13. Swrombidae					40. Gerreidae				
21. <i>Stromus gigas</i> (Linnaeus)	-	-	x	-	58. <i>Diapterus auratus</i> Ranzani	-	x	x	-
22. <i>S. pugilis</i> (Linnaeus)	-	-	x	-	59. <i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier)	-	-	x	-
14. Melongenidae					60. <i>Gerres cinereus</i> (Walbaum)	-	-	x	-
23. <i>Melongena melongena</i> (Gmelin)	-	x	x	-	41. Heamulidae				
15. Turbinellidae					61. <i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier)	-	-	x	x
24. <i>Vasum muricatum</i> (Born)	-	x	-	-	42. Sciaenidae				
16. Bullidae					62. <i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier)	-	-	x	-
25. <i>Bulla solida</i> (Gmelin)	x	x	-	-	43. Chaetodontidae				
17. Aplysiidae					63. <i>Chaetodon ocellatus</i> Bloch	-	x	-	-
26. <i>Aplysia (Varria) brasiliensis</i> Rang	-	-	-	x	44. Pomacentridae				
18. Ostreidae					64. <i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus)	-	-	O	O
27. <i>Crassostrea rhizophorae</i> (Guilding)	-	-	x	-	45. Mugilidae				
ECHINODERMOS					65. <i>Mugil incilis</i> Hancock	x	x	-	x
19. Diadematidae					46. Scaridae				
28. <i>Diadema antillarum</i> (Philippi)	-	-	x	x	66. <i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes)	-	-	x	O
20. Toxopneustidae					47. Gobiidae				
29. <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck)	-	-	-	x	67. <i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes)	-	x	-	-
30. <i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck)	-	-	-	x	68. <i>Erothelis smaragdus</i> (Valenciennes)	-	x	-	-
CRUSTACEOS					69. <i>Gnatholepis thompsoni</i> Jordan	-	-	x	-
21. Hippolytidae					70. <i>Lophogobius cyprinoides</i> Pallas	-	x	x	-
31. <i>Trachycaris restricta</i> (A. Milne Edwards)	-	x	x	-	48. Acanthuridae				
22. Alpheidae					71. <i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider	-	-	O	O
32. <i>Alpheus viridari</i> (Armstrong)	-	x	-	-	49. Tetraodontidae				
23. Penaeidae					72. <i>Sphaeroides spengleri</i> (Bloch)	O	x	-	-
33. <i>Peneus (Farfantopenaeus) notialis</i> Pérez - Farfante	-	x	-	-	50. Diodontidae				
24. Palinuridae					73. <i>Diodon hystrix</i> (Linnaeus)	-	-	O	-
34. <i>Panulirus argus</i> Latreille	-	-	x	x	AVES				
25. Squillidae					51. Pelecanidae				
35. <i>Pseudosquilla ciliata</i> (Fabricius)	-	x	-	-	74. <i>Pelecanus occidentalis</i> (Linnaeus)	O	O	O	O
					52. Phalacrocoracidae				
					75. <i>Phalacrocorax olivaceus</i> (Humboldt)	O	O	O	-
					53. Cathartidae				
					76. <i>Cathartes burrovianus</i> Cassin	O	O	-	-
					54. Ardeidae				
					77. <i>Egretta thula</i> (Molina)	O	-	-	-

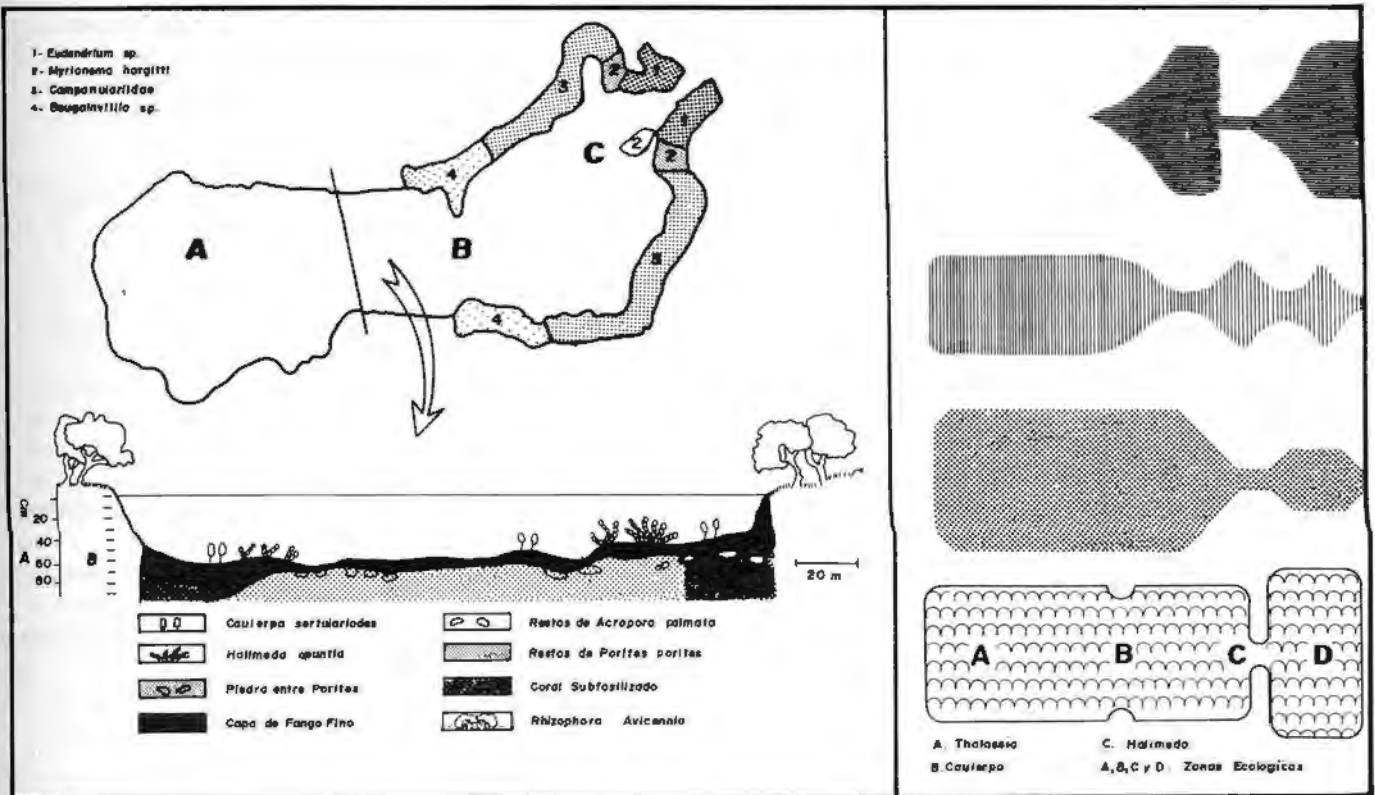


Figura 13. Distribución de los Hidrozoa: a la izquierda arriba, las cuatro especies representativas; a la izquierda abajo, corte longitudinal y vertical del transecto realizado en la zona A; a la derecha arriba, distribución de la abundancia observada en la flora sumergida en las cuatro zonas ecológicas (A, B, C, D): (a) *Thalassia*, (b) *Caulerpa*, (c) *Halimeda*.

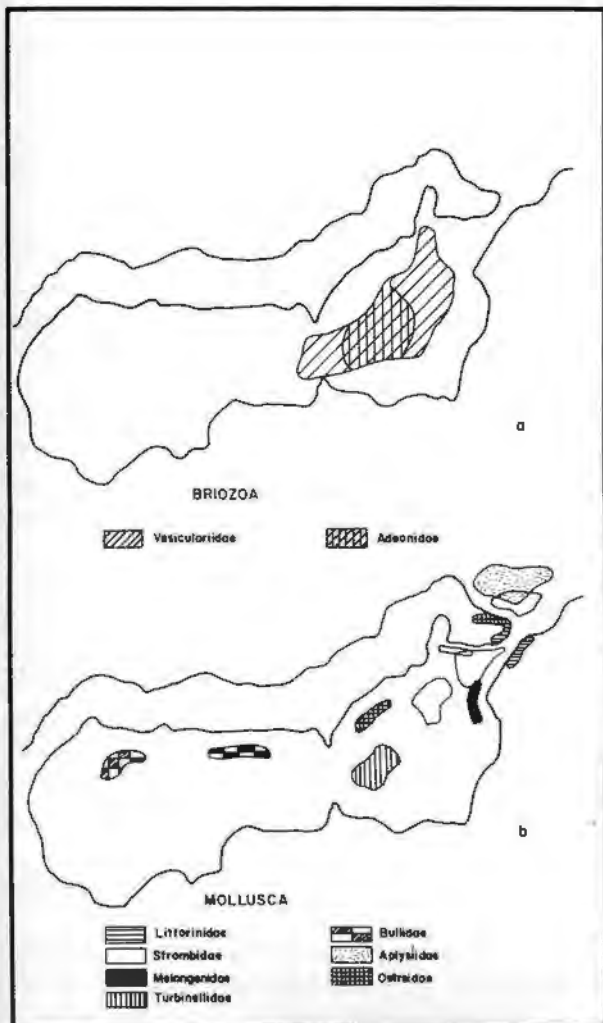


Figura 14. Distribución de los Briozoa (a) y los Mollusca (b) en la Laguna Sur de Chengue.

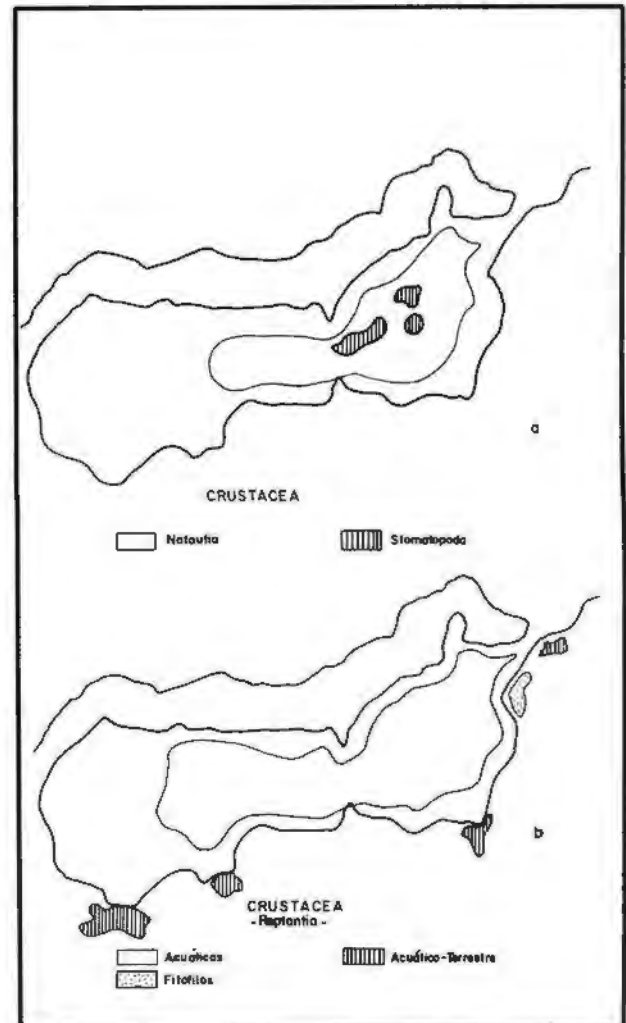


Figura 15. Distribución de los Crustáceos: Natantia y Stomatopoda (a), Reptantia (b) en la Laguna Sur de Chengue.

abundancia, pues los peces buscan el refugio y la alimentación en los manglares, las praderas y las algas (Fig. 16b).

h) Aves

Escasa avifauna fue observada a lo largo del estudio, donde pudo detectarse que la abundancia relativa del pelicano marrón (*Pelecanus occidentalis*) es ligeramente mayor respecto a la del pato negro (*Phalacrocorax olivaceus*). Las cuatro especies registradas utilizan el manglar como sitio de reposo, acicalamiento y refugio.

Discusión y conclusión

Sedimentología

El estudio cualitativo y cuantitativo de los sedimentos permitió confirmar que la laguna es de reciente formación, debido a una progresiva colmatación de sedimentos aluviales finos sobre basamento Cuaternario, además del efecto de la falla Florín (IGAC, 1975). Los valores encontrados para carbonato de calcio, materia orgánica, carbón orgánico, carbohidratos y proteínas (Tabla 1) permiten establecer de una manera aproximada las condiciones recientes y actuales de una deposición de material sedimentario en la laguna. Así mismo,

es posible entender preliminarmente las interacciones columna de agua-biota-sedimento, y los efectos dinámicos del régimen de marea sobre este sistema lacustre costero.

Hidrografía

Las variaciones de la temperatura y la salinidad superficiales tanto en la Bahía de Chengue como en su Laguna Sur muestran un comportamiento estacional similar al registrado en otras zonas costeras de la región, como la Bahía de Santa Marta (Muller, 1979; Ramírez, 1983; Salzwedel & Muller, 1983), y la Bahía de Nenguange (Ramírez, 1987). Para la Bahía de Chengue, Solano (1987) encontró una manifestación estacional similar para el período 1984-1985, lo cual evidencia comportamientos recurrentes durante el ciclo anual. Es necesario hacer también referencia a las consideraciones discutidas previamente por Bula-Meyer (1977, 1985) respecto a las características oceanográficas y meteorológicas de la región costera de Santa Marta, particularmente relacionadas con la existencia por lo general de cuatro estaciones climáticas y la presencia de un núcleo de surgencia localizado frente a Cabo de Aguja (Fig. 1) obviamente, con las variaciones de duración o intensidad propias de cada ciclo anual.

Los valores de pH son francamente alcalinos y de una relativa constancia en las aguas de la bahía, pero disminuyen dentro de una gran variabilidad en la laguna (Fig. 9).

Se observó que la transparencia del agua en la laguna disminuye progresivamente desde la boca hasta el extremo sureste; lo anterior a causa de las corrientes generadas por las mareas y su efecto en los procesos de resuspensión y transporte del material fino en este sistema lacustre.

En realidad se puede afirmar que no existe estratificación vertical en la Laguna Sur debido a su profundidad promedio y a su dependencia directa del régimen de mareas. En la bahía de Chengue la presencia de termoclimas y picnoclimas entre otros aspectos de la estructura de la columna de agua serán estudiados posteriormente, pues estos aspectos no hacían parte del presente proyecto.

Flora

La cobertura vegetal predomina principalmente en las zonas C y D (Fig. 12), estando representada por vegetación acuática: algas (3 taxa, 7 familias, 10 géneros, 11 especies), pastos marinos (2 familias, 3 géneros, 3 especies), vegetación anfibia: manglares (2 familias, 2 géneros, 2 especies). Dentro de la vegetación acuática vale la pena resaltar cómo *Thalassia* predomina en las zonas C y B, y es reemplazada por *Halimeda* en las zonas B y A (Fig. 12 y 13).

Fauna bentónica y nectónica

El componente faunístico del bentos presentó una gran diversidad, estando representado por 8 taxa, 52 familias, 66 géneros, 76 especies. Los crustáceos fue el grupo más diverso (18 especies), seguidos de los hidrozoarios (12), los moluscos (8) y los briozoos (5).

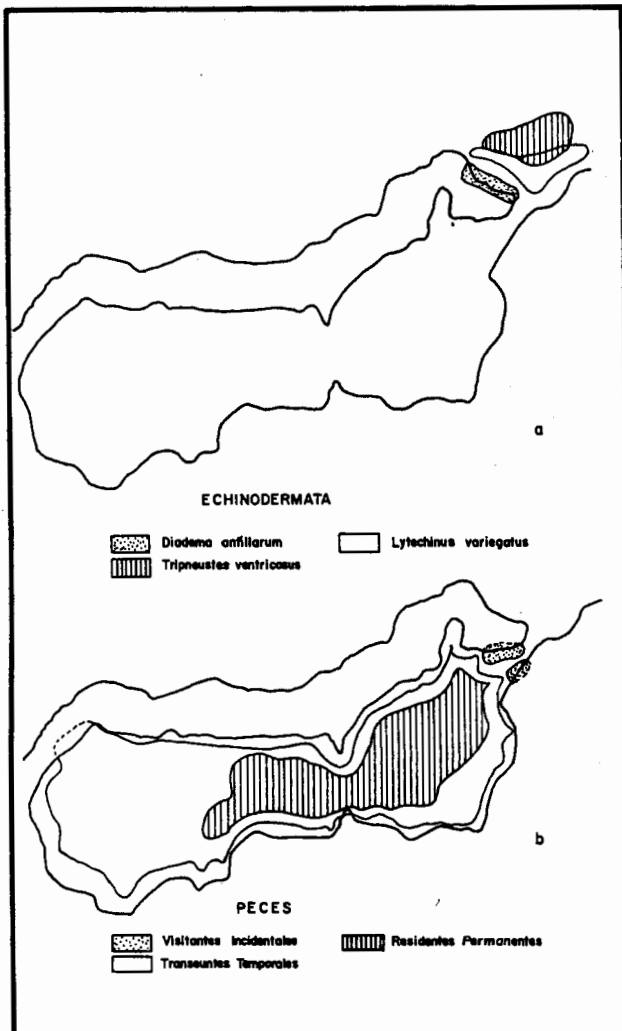


Figura 16. Distribución de los Echinodermata (a) y Peces (b) en la Laguna Sur de Chengue.

El necton en cambio, sólo estuvo representado por 2 taxa, 14 familias, 15 géneros, 15 especies, de los cuales los peces principalmente los estadios juveniles fueron muy abundantes mientras que los nudibranchios son escasos. Aunque en la laguna no se practica la pesca artesanal, las especies capturadas en la boca con red agallera permiten afirmar que las especies de importancia comercial tienen en este ecosistema acuático una verdadera fuente de alimento y protección. Este es el caso de las familias Gerreidae, Carangidae, Mugilidae, Lutjanidae y Haemulidae. En general los peces se pueden agrupar en tres categorías de acuerdo con la actividad que desarrollan en el ecosistema:

a. Residentes permanentes (Lagunares):

Scorpaena cf grandicornis, *Diapterus auratus*, *Eugerres plumieri*, *Sparisoma rubripinne*, *Bairdiella rhonchus*, *Bathygobius soporator*, *Erothelis smaragdus*, *Gnatholepis thompsoni*, *Lophogobius cyprinoides*, *Sphaeroides spengleri*, *Diodon hystrix*.

b. Transeúntes temporales (Crianza y/o Alimento):

Engraulis eurystole, *Chaetodon ocellatus*, *Abudefduf saxatilis*, *Mugil incilis*, *Acanthurus coeruleus*, *Lutjanus apodus*.

c. Visitantes incidentales (Ocasionales):

Aetobatus narinari, *Garanx hippos*, *Gerres cinereus*.

Fauna aérea

La avifauna fue escasa y estuvo constituida por 4 familias, 4 géneros, 4 especies, todas de hábitos diurnos y abundantes en el Parque Nacional Tayrona, aunque periódicamente se incrementa su número por poblaciones migratorias. *Palecanus occidentalis* y *Phalacrocorax olivaceus* forman bandadas para pescar o reposar sobre los manglares, y constituyen las especies más frecuentemente registradas.

Zonas ecológicas

Con base en el presente estudio, la Laguna Sur de Chengue comprende cuatro zonas ecológicamente diferentes (Fig. 13) estrechamente interrelacionadas en cuanto a las condiciones climáticas regionales, la hidrografía local, los patrones sedimentarios y al componente biótico (plancton y necton). No obstante se caracterizan por su morfología, vegetación costera y sumergida, profundidad promedio, afluentes y fauna bentónica.

a. Zona A (Suroriental):

De forma semicircular con un afluente de agua lluvia en invierno, en el margen sur y comunicación franca con la bahía; sedimentos limo-arcillosos. Profundidad promedio 0.85 m prácticamente sin vegetación sumergida y escasa fauna. Las variaciones abióticas incluyeron: temperatura (26.1 - 32.7°C), pH (7.86-8.41), salinidad (35.1-40.9%) oxígeno disuelto (3.30-5.31 ml/lit), saturación de oxígeno (80-130%) y nitrato (0.18-0.84 μ moles/lit). Se observó una gran densidad de cangrejos violinistas *Uca (Minuca) rapax* en la zona pantanosa forma-

da por la invasión de la marea sobre el lecho del afluente continental estacional. Predominan los sedimentos fango-arenosos poco consolidados sobre basamento de coral y conchas subfosilizadas.

Está rodeada de manglar rojo (*Rhizophora mangle*) aunque posee mangle salado (*Avicennia germinans*) formando rodales pequeños precisamente en los lugares en los que las aguas de la laguna se mezclan con agua dulce y con las aguas de la bahía. En el canal perimetral son abundantes los fragmentos vegetales provenientes del manglar. En el piedemonte abundan las especies subxerofíticas de la región: trupillo (*Prosopis juliflora*) y el cactus candelabro (*Stenocereus griseus*).

b. Zona B (Central):

Tiene la forma de dos semicírculos truncados. La profundidad promedio es de 0.60 m y existe un afluente estacional al sureste durante la época lluviosa; los sedimentos dominantes son limo-arcillosos con restos de *Halimeda* y el canal norte es arenoso-fangoso o fango-arenoso. Las variaciones abióticas incluyeron: temperatura (25.8-32.0°C), pH (7.82-8.44), salinidad (33.1-39.2%), oxígeno disuelto (2.80-6.67 ml/lit), saturación de oxígeno (64-150%) y nitratos (0.18-1.30 μ moles/lit). Rodeada de mangle rojo, que forma rodales densos y puros al noreste y al sureste (Fig. 11). Existe mangle salado con altura promedio de 3-4 m. Predominan los sedimentos arenoso-limosos, cuya consolidación se garantiza por la progresiva aparición de parches de algas, principalmente *Halimeda opuntia* (Fig. 13).

La fauna aumenta debido a la presencia de las algas y pastos marinos aislados; correspondiendo las especies más representativas de la zona a los crustáceos (*A. viridari*, *P. notialis*, *T. restricta*, *P. sayana*, *P. herbstii*, *M. nudifrons*, *M. trispinosum*, *P. ciliata*), moluscos (*M. melongena*, *V. muricatum*, *B. solida*), peces (*B. rhonchus*, *D. auratus*, *B. soporator*, *E. smaragdus*) y aves (*P. occidentalis*, *E. thula*, *P. olivaceus*).

c. Zona C (Noreste):

De forma triangular con un corto estero en el sector norte. La profundidad promedio aumenta a 1.10 m debido a la profundidad de la boca (1.5 m) y a la depresión que separa al estero norte de la zona B y del delta invertido de la boca. En este delta predominan los sedimentos arenosos, mientras que en el canal sur predominan los guijarros.

Las variaciones abióticas incluyeron: temperatura (25.1-29.3°C), pH (8.0-8.5), salinidad (33.7-37.6%), oxígeno disuelto (3.97-5.31 ml/lit), saturación de oxígeno (86-120%) y nitratos (0.17-1.20 μ moles/lit). El mangle rojo rodea esta zona en forma continua, disminuyendo ligeramente su densidad en la boca, donde se observan árboles de mayor talla y con abundantes raíces fúlreas. La vegetación está constituida mayormente por pastos marinos (*T. testudinum*) y parches densos de algas (*H. opuntia*, *C. isthmocladum*, *C. sertularioides*).

La fauna bentónica y nectónica es abundante y presenta una particular distribución. En el delta sobresalen

moluscos (*S. pugilis*), crustáceos (*P. argus*, *C. flamea*, *C. danae*, *C. sapidus*, *C. cubensis*, *C. bicolor*), peces (*G. thompsoni*, *L. cyprinoides*); entre las raíces del manglar norte se hallaron moluscos (*L. angulifera*), crustáceos (*P. gracilis*, *S. angusticeps*), peces (*E. plumieri*, *L. apodus*, *H. aurolineatum*, *S. rubripinne*, *D. hystrix*, *S. spengleri*); en las praderas de *Thalassia* briozoarios (*A. distans*, *A. ridovia*, *Z. verticilatum*, *R. bipartita*), moluscos (*V. muricatum*, *A. brasiliensis*), crustáceos (*P. argus*, *P. herbstii*, *M. bicornutus*); peces (*C. ocellatus*, *A. coeruleus*, *B. soporator*); entre el manglar y el piedemonte al sur se encontraron crustáceos (*U. cordatus*, *U. rapax*) y aves (*C. burrovianus*).

d. Zona D:

Corresponde a la zona de la Bahía de Chengue adyacente a la boca; sedimentos arenosos o areno-fangosos cerca a la *Thalassia*. Las variaciones abióticas incluyeron: temperatura (25.1-29.2°C), pH (7.95-8.45), salinidad (33.8-37.6%), oxígeno disuelto (4.39-5.08 ml/l), saturación de oxígeno (98-113%) y nitratos (0.12-1.11 μ moles/l). Es una zona marina que recibe nutrientes inorgánicos, materia orgánica y seston. Estos subsidios determinan en buena medida, la viabilidad de los organismos en el mangle rojo y la productividad acuática en la extensa y exuberante pradera de *Thalassia*.

Agradecimientos

Un especial reconocimiento a nuestras instituciones (PRODECOSTA, UNITECNOLOGICA e INVEMAR) por el apoyo ofrecido y el estímulo para publicar el resultado del proyecto 30003-1-43-82 auspiciado por el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" (COLCIENCIAS). Por la invaluable colaboración en la confirmación de las especies de algas (G.A. Bula-Meyer, Univ. Tecnológica del Magdalena, Colombia), briozoarios (L. Pérez-Carmona, Univ. Tecnológica del Magdalena, Colombia), crustáceos natantios (F. Chance, Smithsonian Institution, EUA; M.J. Torres, INDERENA, Colombia), crustáceos reptantios (M.H. Campos, Univ. Nacional, Colombia), estomatópodos y porcelánidos (B. Werding, Univ. Justus-Liebig, Alemania Federal), peces góbidos (A. Acero-Pizarro, Univ. Nacional, Colombia). A los auxiliares de campo José González y Evert Del Río por su apoyo en las labores de muestreo, así como a todas las personas que tanto en Santa Marta (Mag.) como en Cartagena (Bol.) colaboraron en las diversas etapas de esta investigación.

Bibliografía

- Acero P., A. 1979. Comentarios preliminares sobre los clínicos (Teleostei: Perciformes: Clinidae) del Caribe colombiano. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún 11: 59-70.
- Alvarez-León, R. 1983a. Antecedentes y labor investigativa del INVEMAR, 1963-1983. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún, Supl. (2): 69-113.
- . 1983b. Caracterización de dos ecosistemas de las bahías de Chengue y Nenguange. Proy. INVEMAR-COLCIENCIAS - 30003-1-43-82. Santa Marta (Mag.) Inf. Final, 28 p.
- . 1989. Segundo registro del género *Domecia* (Crustacea: Decapoda: Xanthidae) en las costas colombianas del Caribe. Rev. Biol. Trop. 37(1): 113.
- . New records on association the crustaceans (Gnathophyllidae and Pinnotheridae) and echinoderms (Toxopneustidae and Scutellidae) in the Colombian Caribbean. En preparación.
- Alvarez-León, R. & H. Salzwedel 1983. Contribuciones científicas del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betún INVEMAR, publicadas entre 1986 y 1982. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún (13): 149-170.
- . & W.C. Banta. 1984. Briozoarios de tres esteros adyacentes a Mazatlán, costa noreste de México. Stud. Neotrop. Fauna and Environm. 19(4): 209-212.
- Bandel, K. 1976a. Morphologie der Gelege und ökologische Beobachtungen and Buccinaceen (Gastropoda) aus südlichen Karibischen See. Bonn. Zool. Beitr. 27(1/2): 98-133.
- . 1976b. Spawning, development and ecology of some higher Neogastropoda from the Caribbean Sea of Colombia (South America). Veliger 19: 176-193.
- Bastidas de Pascuas, N. 1980. Características fitosociológicas de los manglares en el Parque Nacional Tayrona pp. 33-45 In: Vélez-Vegas, M. (ed.) Mem. Sem. sobre Estud. Cientif. e Impact. Humano en el Ecosist. de Manglar. Cali (Valle) Colombia, nov. 27, dic. 1 de 1978, 405 p.
- Bastidas, N. & H.T. Corredor. 1977. Contribución al estudio fitosociológico del Parque Nacional Tayrona (Ensenada de Chengue y Parte de Nenguange). Tesis Profesional. Fac. de Cienc. Dpto. de Biol. Univ. Nal. de Colombia. 113 p.
- Beese, G. 1974. Results of trap fishery in Ensenada de Chengue with special reference to *Lutjanus synagris* and *Lutjanus analis*. INDERENA-Rev. Divulgación Pesquera 3(5):
- Botero, L. 1987. Zonación de octocorales gorgonáceos en el área de Santa Marta y Parque Nacional Tayrona, costa Caribe colombiana. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún 17: 61-80.
- Bula-Meyer, G. 1977. Algas marinas bénticas indicadoras de un área afectada por aguas de surgencia frente a la costa Caribe de Colombia. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún 9: 45-71.
- . 1982. Adiciones a las clorofíceas marinas del Caribe colombiano, I. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún 12: 117-136.
- . 1985. Un núcleo nuevo de surgencia en el Caribe colombiano, detectado en correlación con las macro algas. UBJTL - Boletín Ecológico 12: 3-26.
- . & R. Schnetter. 1978. Notas preliminares sobre el género *Derbesia* (Derbesiaceae, Caulerpales, Chlorophyceae) en la costa atlántica de Colombia. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún 10: 245-248.
- Caicedo, I.E. 1978. Holothurioidea (Echinodermata) de aguas someras en la costa norte de Colombia. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betún 10: 149-198.
- Clark, J.M. 1968. Bioquímica Experimental. Edit. Acribia, Zaragoza (España), 286 p.
- Cosel, R. Von. 1976. Contribución al conocimiento del género *Voluta* Linne, 1978 (Prosobanchia) en la costa del Caribe de Colombia. Mitt. Inst. Colombo - Alemán Invest. Cient. 8: 83-104.
- Criales, M.M. 1984. Shrimps associated with coelenterates echinoderms, and molluscs in the Santa Marta region, Colombia. J. Crust. Biol. 4 (4): 307-317.
- Estucosta. 1971. Proyecto de utilización turística de las costas del Parque Tayrona. Zonificación, modelos y componentes físicos. Habitar Ltda./Arthur D. Little Inc./Obregón & Valenzuela Ltda./Integral Ltda./Corp. Nal. de Turismo. Bogotá D.E. Inf. Técnico: 1-150.
- Gallo, J. 1988. Contribución al conocimiento de los equinodermos del Parque Nacional Tayrona, I. Echinoidea. Trianea. (Act. Cient. Tecn. INDERENA) 1: 99-110.

- Garzón, J. & A. Acero.** 1983. Nuevos registros de peces arrecifales para el Caribe colombiano. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 13: 85-109.
- Gotting, K.J.** 1973. Die Polyplacophora der Karibischen Kuste Kolumbiens. Arch. Moll., 103(4/6): 243-261.
- Guillot, G. & G.E. Márquez.** 1978. Estudios de la vegetación béntica marina del Parque Nacional Tayrona, costa Caribe colombiana, I. Relaciones vegetación-zonación-sustrato. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 10: 133-148.
- Hernández-Camacho, J.I. & P.I. Rodríguez-Guerrero.** 1972. Estudio ecológico de la vegetación del Parque Nacional Natural Tayrona. INDERENA - Div. Parques Nals. y Vida Silvestr., Bogotá D.E. Inf. Técnico: 1-41.
- Hernández-Rodríguez, A.** 1983. Perspectiva del INVEMAR en el contexto del Plan de Desarrollo de las Ciencias y las Tecnologías del Mar. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 2: 103-116.
- Herrmann, R.** 1971. Dentongsversuch der Entstehung der "Brisa" eines fohnartigen Fallwindes der nordwestlichen Sierra Nevada de Santa Marta, Kolumbien. Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient. 4: 83-96.
- Hulme, N.A. & A.D. McIntyre.** 1971. Methods for the study of marine benthos. Internal. Biol. Progr. Blackwell Scientific Publs. London, 323 p.
- IGAC.** 1975. Estudio semidetallado de suelos del Parque Tayrona (Departamento del Magdalena). Inst. Geograf. "Agustín Codazzi" Sub-Dir. Agrol. Bogotá, D.E. 199 p.
- INDERENA.** 1972. El Parque Nacional Tayrona para Colombia. II Análisis del proyecto de su utilización turística. Inst. Des. Rec. Nat. Renov. y del Ambiente - Div. Parques Nales. y Vida Silvestre. Bogotá, D.E., Inf. Técnico: 1-183.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebourng, A.L. Far & R.J. Randall.** 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 265-275.
- Manjarrés, G.A.** 1982. Hallazgo de *Isurus duchassaingii* (Coelenterata: Zoantharia) en la región de Santa Marta. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 12: 51-56.
- Marcus, E.d.B.-R.** 1976. Opisthobranchia von Santa Marta, Colombia. Stu. Neotrop. Fauna 11: 119-150.
- Márquez, G.E. & G. Guillot.** 1983. La vegetación marina del Parque Nacional Tayrona, costa Caribe colombiano, II Tipos de Vegetación. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 13: 17-51.
- Meyer, D.L. & D.B. Marcuda Jr.** 1976. Distribution of shallow-water crinoids near Santa Marta, Colombia. Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient. 8: 141-156.
- Muller, K.** 1979. Interrelaciones entre salinidad y temperatura en la bahía de Santa Marta. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 11: 219-226.
- Oyuela, A.** 1987. Gaira: Una introducción a la ecología y arqueología del litoral de la Sierra Nevada de Santa Marta. Bol. Museo del Oro. Bco. de la República 19: 35-55.
- Pawson, D.L. & I.E. Caicedo.** 1980. *Holothuria (Thymiosyca) thomasi* new species, a large Caribbean coral reef in habiting sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea). Bull. Mar. Sci. 30(2): 454-459.
- Prahl, H. Von & G. Manjarrés.** 1984. La asociación del cangrejo xantido *Platypodiella spectabilis* con corales blandos del género *Palythoa* en el Caribe colombiano. Univ. de Antioquia - Rev. Actual. Biol. 13(50): 106-108.
- _____ & **H. Erhardt.** 1985. Colombia: Corales y arrecifes coralinos. Financiera Eléctrica Nacional S.A. - Fondo Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis", Bogotá, D.E. 295 p.
- Ramírez-Triana, G.** 1983. Características físico-químicas de la Bahía de Santa Marta (agosto 1980 - julio 1981). An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 13: 111-122.
- _____ . 1987. Características hidroquímicas y composición química de los sedimentos de la Bahía de Nenguange, Caribe colombiano. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 17: 15-26.
- Salzwedel, H. & K. Muller.** 1983. I summary of meteorological data for the bay of Santa Marta, Colombian Caribbean. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 13: 67-84.
- Schnetter, R.** 1977. Notas sobre las especies caribes del género *Botryocladia* (Rhodymeriales, Rhodophyceae) con referencia especial a los taxa de la costa atlántica de Colombia. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 9: 73-80.
- _____ & **G. Bula.** 1979. Rodoficeas nuevas para la costa atlántica de Colombia. III. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 11: 71-85.
- _____ , **B. Mohr, G. Bula-Meyer & G. Seibold.** 1985. Ecology, life history and nucleus DNA contents of *Derbesia tenuissima* from the Caribbean coast of Colombia, pp. 357-362. In: Levring, T. (Ed.) Proc. Internal. Sea weed Synip. Goteborg (Sweden), August 11-16, 1981.
- Solano, O.D.** 1987. Estructura y diversidad de la comunidad de corales hermatípicos en la bahía de Chengue (Parque Nacional Tayrona). Tesis MSc. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. de Colombia, 111 p.
- Strickland, D.H. & T.R. Parsons.** 1972. Practical Handbok of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board of Canadá. 167: 1-311.
- Vargas, M.T.** 1948. Anotaciones históricas del Magdalena. Edit. Lumen Bogotá. (Colombia).
- Werdning, B.** 1977. Los porcelánidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la región de Santa Marta, Colombia. An. Inst. Inv. Mar. - Punta de Betín 9: 173-214.
- _____ . 1978. Ein Porzellanida, *Petrolistes magdalenensis* n. sp. von der Karibisches Kuste Kolumbiens (Crustacea: Decapoda: Anomura). Senckenbergiana Biol. 59 (3/4): 307-310.
- Wedler, E.** 1984. Variación de la forma en corales de fuego (Millerporidae, Hidrocoralea, Hidrozoa) de la región de Santa Marta, Colombia. Univ. Tecnol. del Magdalena/INVEMAR/Sris. Presidencia de la República. Bicentenario Real Expedición Botánica (1783-1983). Santa Marta (Mag.). Inédito, 25 p.
- _____ & **R. Alvarez-León.** 1989. Estructura de una sección del arrecife coralino en la Playa del Muerto (Bahía de Nenguange, Caribe colombiano). Carib. J. Sci. 25(3-4): 203-217.