

BOLETÍN CIENTÍFICO CCCP	TUMACO NARIÑO (Colombia)	No. 4	37-45	Julio 1993	ISSN 0121-3423
-------------------------------	--------------------------------	-------	-------	------------	-------------------

ESTRUCTURA DEL BOSQUE Y GRANULOMETRIA DEL SUELO EN UN MANGLAR DE RIBERA DE LA COSTA PACÍFICA COLOMBIANA

Adriana Bejarano M.
Alexandra Satizábal C. y Fernando A. Zapata

RESUMEN

Con el fin de determinar el grado de desarrollo de un manglar en Pasacaballos, Nariño, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), el área basal y la altura de los árboles en dos estaciones. Con base en estas medidas se calculó el índice de complejidad de Holdridge que en promedio fue de 0.14 para árboles con DAP 2.5 cm. y 2.85 para árboles con DAP > 10.0 cm. Para evaluar la importancia de la contribución de cada especie a la estructura del bosque en términos de densidad, dominancia y frecuencia, se combinaron estos valores relativos para obtener el llamado Valor de Importancia, el cual fue de 62.60% para *Rhizophora* sp., 36.23% para *Mora megistosperma* y 1.15 para *Pelliciera rhizophorae*.

El grado de desarrollo y la composición específica del bosque son en gran parte determinadas por las características del suelo. Para evaluar su influencia en la estructura del manglar, son estimados algunos parámetros granulométricos del suelo como: tamaño promedio de la partícula, selección, simetría, clasificación, factor hidrodinámico y composición textural. Los resultados indican un enriquecimiento del suelo con partículas (limos y arcillas), y una debil acción hidrodinámica. También se midió el contenido de materia orgánica del suelo (21.06%), y la salinidad intersticial (13.8‰), estas condiciones parecen favorecer el alto grado de desarrollo de *Rhizophora* sp. y *Mora megistosperma*, las cuales son las especies dominantes en el manglar de Pasacaballos.

ABSTRACT

To determine the state of development of a mangrove located at Pasacaballos, Nariño, we measured diameter at breast height (DBH), basal area and height of trees at two sites. Based on these data, we calculated Holdridge's Complexity Index, which, on average, was 0.14 for trees with DBH 2.5 cm y 2.85 for trees with 10.0

* Sección de Biología Marina, Departamento de Biología, Universidad del Valle, A.A. Cali 25360, Cali, Colombia.

cm. To asses the contribution of each species to forest structure in terms of density, dominance and frequency, we combined these relative measures to obtain the so-called Importance Value, which was 62.6% for *Rhizophora* sp., 36.2% for *Mora megistosperma* and 1.15% for *Pelliciera rhizophorae*.

The degree of development and species composition of a forest are in great part determined by soil characteristics. To evaluate their influence on mangrove structure, we estimated some soil granulometric parameters such as average particle size, selection, symmetry, classification, hydrodynamic factor and textural composition. The results indicated an enrichment of the soil with fine particles (silt and clay), and a weak hydrodynamic action. We also measured content of organic matter (21.06%), and interstitial salinity (13.8‰). These conditions appear to favor the high growth of *Rhizophora* sp. and *M. megistosperma*, which are the dominant species in the mangroves of Pasacaballos.

INTRODUCCIÓN

Se ha establecido que el mayor desarrollo de los manglares coincide con un clima predominantemente lluvioso durante todo el transcurso del año (Pannier y Pannier, 1976).

En los estudios realizados en los manglares se han utilizado parámetros que describen la estructura, el grado de desarrollo y el funcionamiento de estos ecosistemas y sugieren la existencia de una variación amplia en las estrategias de sobrevivencia relacionada a factores ambientales tales como las mareas, calidad de agua, frecuencia e intensidad de huracanes o maremotos, procesos geomorfológicos, sanidad, etc. Si estas estrategias o adaptaciones estructurales y funcionales fuesen mejor entendidas, proveerían una base para definir los principios comunes que gobiernan el funcionamiento de los manglares y otros ecosistemas costeros (Pool *et al.*, 1975).

El arreglo espacial de los diferentes tipos de manglar es una respuesta a la topografía y las condiciones edáficas y a los factores climáticos e hidrológicos que estén presentes (Schaeffer - Novelli *et al.*, 1990).

Según Cintrón y Schaeffer - Novelli (1983), los deltas y los estuarios son los sitios ideales para el desarrollo vigoroso del manglar pues posee suelos fangosos (ricos en limos y arcillas), con altos contenidos de materia orgánica y donde la sa-

linidad es igual a la mitad o a dos tercios de la del mar (18 - 24%).

Este trabajo, revisa la información disponible sobre la variación en las características con el suelo, ya que en Colombia estas características han sido pobremente estudiadas.

ÁREA DE ESTUDIO

La Bocana de Pasacaballos se encuentra localizada sobre la costa pacífica colombiana al norte del departamento de Nariño en las coordenadas 2° 26' 30" N y 78° 33' 00" W, aproximadamente (Figura 1), en una zona de vida según la clasificación de L.R. Holdridge, correspondiente a bosque húmedo tropical (bh-T), con temperaturas superiores a 24 °C y precipitaciones que no sobrepasan los 4000 mm por año (Espinal *et al.*, 1977), citado por Prah *et al.*, (1990). Esta zona se encuentra influenciada por una amplia acción mareal, con un rango de marea de 3.7 m (Prah *et al.*, 1990), influjos de agua dulce provenientes de un brazo del río Patía y barras de protección que favorecen la formación de amplios cinturones de manglar (Soeters y Gómez, 1986), integrado por especies como *Rhizophora* sp., *Mora megistosperma*, *Avicennia germinans* y *Pelliciera rhizophorae* en los que domina *Rhizophora* sp.

Las dos estaciones de muestreo fueron ubicadas en un bosque ribereño de esta zona (Figura 1), en la que predominan sedimentos de tipo limoso combinado con un pequeño porcentaje de

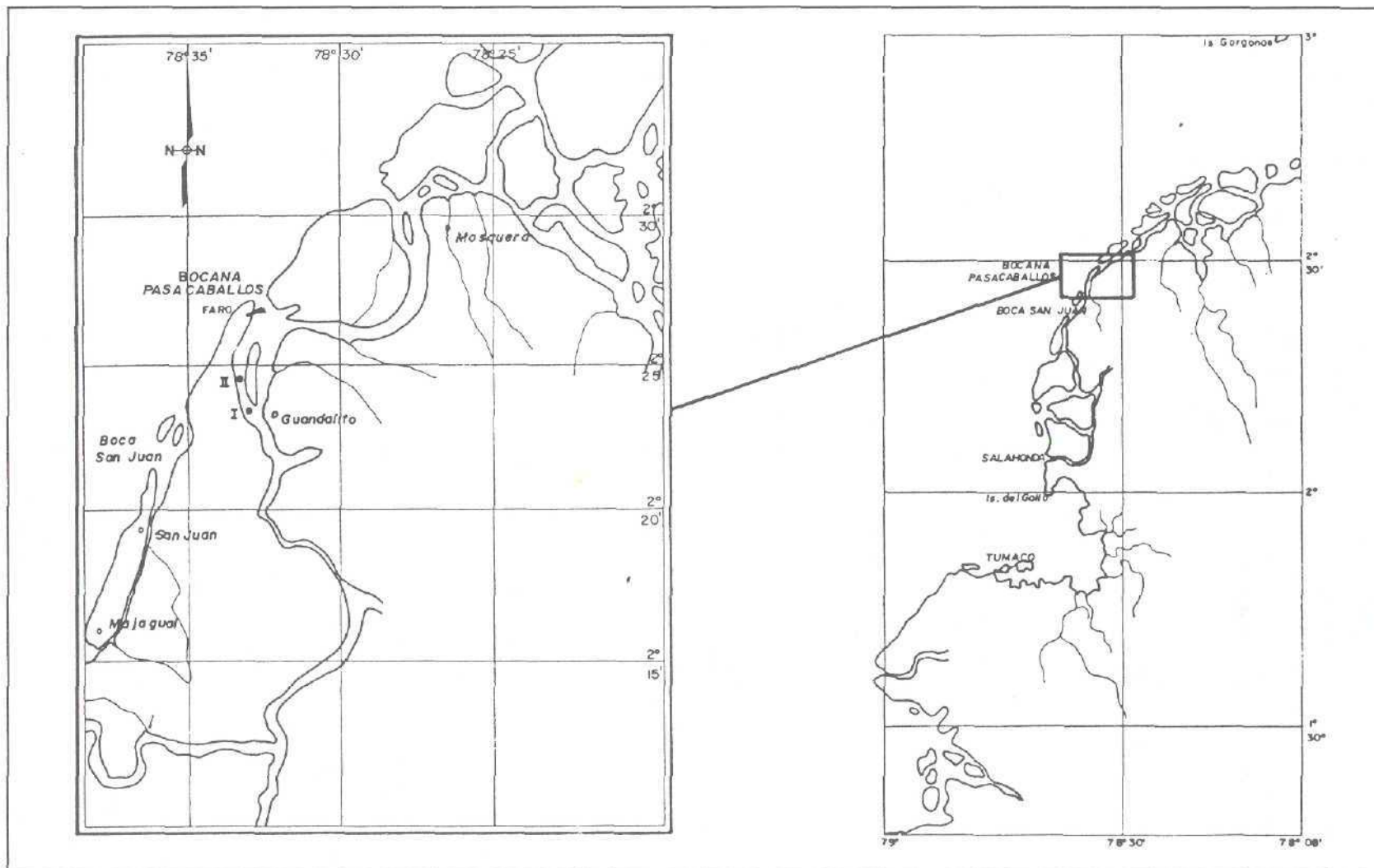


FIGURA 1. Localización de la Bocana Pasacaballos en el Pacífico colombiano y detalle de la ubicación de las estaciones de muestreo (I, II). Tomado de Martínez y Carvajal (1989)

arcilla dándole al suelo una textura lodosa. En la estación I y II se encuentran las especies *Rhizophora* sp. y *Mora megistosperma* con alturas hasta de 35 m. aproximadamente y presentándose abundancia del helecho *Acrostichum aureum* en la estación I.

MATERIALES Y MÉTODOS

ESTRUCTURA DEL BOSQUE

Para la determinación de la estructura y composición florística del bosque de manglar, se trazaron dos parcelas de 0.1 ha. en una zona representativa. Siguiendo las indicaciones dadas por Schaeffer - Novelli y Cintrón (1986), la parcela se dividió en 10 subparcelas de 10 x 10 m. perpendiculares al borde del estero, siendo evaluadas sus características con los parámetros más frecuentemente utilizados en la descripción de los bosques de manglar que de acuerdo a Schaeffer - Novelli y Cintrón (1986), son: a) Diámetro del árbol a la altura del pecho (DAP); b) Área basal (g); c) Densidad; d) Altura del bosque (promedio de la altura de los tres árboles más altos); e) Diámetro medio del bosque (DAP); f) Densidad relativa; g) Dominancia relativa; h) Frecuencia relativa; i) Valor de importancia.

Se calculó además el índice de complejidad de Holfridge ICH (Pool *et al.*, 1977) para los árboles con $DAP \geq 2.5$ cm. y ≥ 10.0 cm.

GRANULOMETRÍA DEL SUELO

Con una pala se tomaron dos kilos de suelo en las subparcelas 1, 5 y 10 de la estación, I (Figura 1), con el fin de determinar si existen cambios texturales en el sustrato a lo largo de la parcela; las muestras fueron analizadas por el método combinado de granulometría e hidrometría (Sánchez, 1990), para cada muestra los siguientes parámetros (Pigallet - de Mahiev, 1984): a) Tamaño promedio de la partícula ($X \emptyset$); b) Selección ($0 \emptyset$) valores altos de este índice significa el enriquecimiento del medio con partículas finas; c) Simetría ($SK1 \emptyset$), la asimetría positiva significa la presen-

cia de elementos finos en más proporción y más gruesos; d) Clasificación ($D \emptyset$) Cuando los valores de este índice son bajos los sedimentos se consideran bien clasificados (homogeneidad en el tamaño de las partículas), y cuando los valores son altos el sedimento se considera mal clasificado (mezcla de partículas de diferentes tamaños), y el Factor hidrodinámico (FH) Cuando la acción hidrodinámica de la corriente es media o fuerte y la transferencia sedimentaria es activa entonces $FH > 0$; cuando la acción hidrodinámica de la corriente es prácticamente nula, los sedimentos son firmes y no son desplazados en su totalidad entonces $FH < 0$; si la acción hidrodinámica de la corriente es débil o incompetente frente a las partículas que constituyen el sedimento, $FH \approx 0$. El contenido de materia orgánica de las tres muestras se obtuvo por incrementación a 500 °C durante cuatro horas (Byers *et al.*, 1978).

SALINIDAD INTERSTICIAL

Utilizando un refractómetro manual se midió la salinidad intersticial de una muestra del agua que brotaba aproximadamente a 30 cm. de profundidad del suelo. Las muestras se tomaron en las 10 subparcelas ubicadas en la estación I (Figura 1), mensualmente durante un período de cinco meses.

RESULTADOS

ESTRUCTURA DEL BOSQUE

Estación I

Los valores de DAP y área basal (g), se clasificaron para clases de troncos ≥ 2.5 cm y ≥ 10.0 cm. Se puede observar que el número de individuos y el área basal es mayor para los árboles con un $DAP \geq 10.0$ cm. La densidad total por hectárea es de 290 árboles y la altura promedio de los árboles fue de 35.3 m (Tabla 1). El diámetro del bosque fue de 25.0 cm.

Los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia para cada especie y su respectivo valor de importancia se encuentran en la Tabla 2. *Mora*

TABLA 1. Comparaciones Estructurales de Bosques de Manglar del Sur de la Florida, Puerto Rico, México, Costa Rica y Colombia. Los Componentes de Complejidad son Expresadas sobre 0.1 Ha.

Sitio (Clasificación fisiografía)	Número de SPS	Número de árboles		Área basal (m ²)		Altura (m)	Índice de complejidad de Holdridge	
		DAP ≥ 2.5	DAP ≥ 10.0	DAP ≥ 2.5	DAP ≥ 10.0		DAP ≥ 2.5	DAP ≥ 10.0
		cm	cm	cm	cm		cm	cm
FLORIDA USA^A								
Ten Thousand Island (R)	2	400	60	3.85	2.17	9.0	27.7	2.3
Rookey Bay (B)	3	590	66	2.03	1.44	6.5	23.4	1.9
PANAMA^C								
Darien (R)	-	-	31	-	2.51	24.0	-	-
PUERTO RICO^A								
Piñones (B)	3	321	46	1.69	0.56	11.5	18.7	0.9
Vacia Talega (R)	3	189	98	2.09	1.71	13.0	15.4	6.5
Ceiba (F)	2	569	26	1.67	0.34	8.5	16.2	0.2
MÉXICO^A								
Isla Palma (R)	3	236	145	6.02	5.59	17.0	73.2	41.3
El Calon (B)	2	312	61	1.52	0.83	9.0	8.5	0.9
Boca La Tigra, Agua Brava ^B (F y B)	3	320	-	1.40	-	7.5	-	-
COSTA RICA^A								
Moin (R)	4	137	118	9.64	9.53	16.0	84.5	72.0
ECUADOR^C								
Isla de Ancon (R)	-	-	5	-	3.4	34.0	-	-
COLOMBIA^D								
Pasacaballos I (R)	2	7	22	0.026	1.404	35.3	0.01	2.2
Pasacaballos II (R)	3	37	40	0.094	1.724	25.6	0.27	3.5

DATOS TOMADOS DE:

- A. Pool et al. (1977)
- B. Flores-verdugo et al., (1990)
- C. Cintrón y Scheaffer-Novelli. (1983)
- D. Este estudio

TIPO DE MANGLAR

- (R) = Ribereño
- (B) = Borde
- (F) = Franja

megistosperma presenta valores más altos de densidad y de frecuencia. La dominancia y el valor de importancia son más altos para *Rhizophora sp.*

El índice de complejidad de Holdridge en la parcela de 0.1 Ha es mayor para los árboles ≥ 10.0 cm DAP (Tabla 1).

Estación II

De igual manera que para la estación I los valores y área basal fueron agrupados en dos clases de troncos ≥ 2.5 cm y ≥ 10.0 cm de DAP, siendo mayor el número de individuos y el área basal de

árboles con DAP ≥ 10.0 cm. El número total de individuos por hectárea es de 770, la altura promedio del bosque fue de 17.5 cm.

Los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia para cada especie y su respectivo valor de importancia se encuentran en Tabla 2, en donde se puede observar que aparece la especie *Pelliciera rhizophorae* presentando los valores más bajos y los más altos están representados por *Rhizophora sp.*

El índice de complejidad de Holdridge en la parcela de 0.1 Ha. en esta estación es más representativo para los árboles con DAP ≥ 10.0 cm. (Tabla 1).

TABLA 2. Resumen del valor de importancia para el Manglar de Pasacaballos que incluye todos los árboles con DAP ≥ 2.5 cm.

Sitio	Especie	Valores Relativos en %			
		Dominancia	Intensidad	Frecuencia	Valor de importancia
Pasacaballos					
Estación I	Rhizophora sp.	79.65	48.28	45.45	57.79
	Mora megistosperma	20.35	51.72	54.54	42.20
Estación II	Rhizophora sp.	76.58	70.13	55.56	67.42
	Mora megistosperma	23.36	28.57	38.89	30.27
	Pelliciera rhizophorae	0.069	1.30	5.56	2.31
Valores Promedios	Rhizophora sp.	78.12	59.21	50.51	62.61
	Mora megistosperma	21.86	40.15	46.72	36.24
	Pelliciera rhizophorae	0.035	0.65	2.78	1.16

GRANULOMETRÍA DEL SUELO

La Tabla 3 resume los resultados del análisis hidrométrico, del contenido de materia orgánica y los valores de los parámetros granulométricos de las muestras del suelo (Figura 1).

La clasificación textural de los sedimentos en el triángulo de Folk (Gómez, 1979), dio como resultado que los suelos son de tipo limoso.

El tamaño promedio de las partículas para las muestras de suelo 1, 2 y 3, fue 6.2, 7.1 y 6.6 respectivamente. Los valores del índice de selección ($s\emptyset$), para cada una de las muestras pudieron ser clasificados como: mal seleccionado, muy mal seleccionado.

El valor del índice de simetría (SK1), se clasificó como asimetría muy positiva para la muestra 1, simétrico para la 2 y 3.

El valor del índice de clasificación ($D\emptyset$), clasifica las muestras de sedimento así: la muestra 1 medianamente clasificada, la 2 débilmente clasificada y la 3 bien clasificada.

Se clasificó el hidrodinamismo como débil en el sitio en que se tomó la muestra 1 (al borde del estero), débil a los 50 m. del borde (muestra 2) y muy fuerte a los 100 m. del borde del estero (muestra 3).

SALINIDAD INTERSTICIAL

Los valores de salinidad intersticial no son constantes durante los cinco meses en que se tomaron las muestras, presentándose un valor máximo de 19.1‰ en septiembre y un mínimo de 6.1‰ en diciembre, con valor promedio para la zona de 13.8‰.

DISCUSIÓN

ESTRUCTURA DEL BOSQUE

El análisis estructural del bosque en la estación I da un valor de densidad bajo característico de los bosques ribereños, producto de la dominancia de árboles de mayor porte y de mayores re-

TABLA 3- Valores de los componentes texturales, de materia orgánica y de los parámetros granulométricos del suelo en la Bocana Pasacaballos (Narino).

Parcela	Limo (%)	Arcilla (%)	Materia Orgánica	Tamaño promedio (0)	Selección (0)	Simetría (0)	Clasificación (0)	Factor Hidrodinámico
1	85	15	6.72	6.2	1.92	0.360	1.15	-0.01
5	76	24	24.14	7.1	2.83	0.043	1.55	-0.22
10	88	12	32.32	6.6	1.84	0.084	0.50	2.78

querimientos de espacio (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1984). Considerando todos los árboles con $DAP \geq 2.5$ cm. y comparándolos con los Norte y Centroamericanos (Tabla 1), se puede observar que, aunque presentan valores bajos de densidad, área basal e índice de complejidad, poseen mayores valores de altura, lo cual es una medida indicadora del desarrollo estructural del bosque. Los árboles con $DAP \geq 10.0$ cm también presentan valores bajos de densidad, área basal e índice de complejidad y mayores valores de altura. Teniendo en cuenta que para la estación II los valores estructurales del bosque de manglar son similares a los de la estación I y que para ambos predominan los individuos con $DAP \geq 10.0$ cm, podemos considerar el bosque de Pasacaballos como uno con un alto desarrollo estructural; según Pool *et al.* (1975), esto es característico de bosques de la Costa Pacífica que no se ven afectados por huracanes como en la Costa Atlántica y donde la alta pluviosidad produce mayor escorrentía y sedimentos que favorecen el dominio de individuos con $DAP \geq 10.0$ cm, con mayores alturas y menor número de individuos por área. En la estación I la densidad fue menor, los árboles fueron más altos y el área basal fue similar a la estación II. Estas diferencias podrían ser explicadas por posibles diferencias en los componentes texturales y/o en la salinidad del suelo debida a la localización de las estaciones. También podría atribuirse a que el bosque de la estación II es más joven. Es importante mencionar que en la estación I se encontró una cantidad considerable del helecho *Acrostichum aureum* (ranconcha), que es un colonizador de áreas de manglar intervenidas (West, 1977), lo que nos puede explicar que los bajos valores de densidad reportados se deban a la extracción de troncos de mangle.

En la estación I la densidad relativa para las dos especies encontradas *Rhizophora sp.* y *Mora megistosperma* fue de 48.28% y 51.72% respectivamente lo que muestra que hay un mayor número de árboles de *Mora megistosperma*, a pesar de esto, la dominancia relativa está representada por *Rhizophora sp.* que posee un área basal mayor. Según Cintrón y Schaeffer-Novelli

(1983), las condiciones de mayor energía cinética y mayor grado de inundación generalmente favorecen el dominio casi exclusivo por *Rhizophora* en los bosques ribereños.

El valor de importancia más alto para *Rhizophora sp.* nos indica la gran contribución de esta especie con sus atributos a la comunidad (Tabla 2). Los valores relativos de densidad dominancia y frecuencia de la especie *Rhizophora sp.* en la estación II sobrepasan notablemente estos mismos valores para las especies *Mora megistosperma* y *Pelliciera rhizophorae*, lo que es indicado por su alto valor de importancia (tabla 2). Como las diferencias entre los valores de importancia de las especies *Rhizophora sp.* y *Mora megistosperma* dentro de las estaciones I y II no son muy grandes, podemos considerar el manglar de Pasacaballos como un bosque mixto.

GRANULOMETRÍA DEL SUELO

Los parámetros granulométricos para las muestras de suelo 1 y 2, presentan similitud en sus valores pues son los que se encuentran más cerca del borde de estero. Sus valores reflejan el enriquecimiento del suelo con partículas finas limos y arcillas. La muestra 3 varía con respecto a la 1 y 2 solamente en que posee un hidrodinamismo muy fuerte que indica la presencia de partículas más grandes pero no indica la presencia de un mayor dinamismo mareal o corrientes; estas partículas pueden ser provenientes de la costa, habiendo sido depositadas allí posiblemente por una marea máxima astronómica, ya que el sitio de estudio se encuentra influenciado de un lado por el estero y de otro lado por el mar (Figura 1). Esta zona se puede considerar como un sector medio de estuario donde la gran estabilidad de los valores de los parámetros granulométricos se pueden explicar por los niveles de energía bajos y constantes (hidrodinamismo débil), dado que las corrientes atenúan sus velocidades por la amplitud del cauce del estero, el proceso sedimentario más importante es una deposición de materiales finos que determina asimetrías positivas y selecciones pobres (Rojas, 1989). Según Cintrón y Schaeffer-Novelli (1983), los suelos fangosos (ricos en li-

mos y arcillas), poseen altos contenidos de materia orgánica, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

Rhizophora ocupa casi sin excepción las franjas más afuera de los cursos más bajos del río donde prevalecen ricos lodos orgánicos (West, 1977), como ocurre en Pasacaballos. La presencia de *Mora megistosperma* en las subparcelas más internas del bosque se puede explicar por la existencia de sedimentos con partículas más gruesas (que pueden ser arenas muy finas), lo que indica una mayor estabilidad del sustrato.

SALINIDAD INTERSTICIAL

Las salinidades intersticiales que favorecen el alto desarrollo de la especie *Rhizophora sp.* en los manglares ribereños, son del orden del 10 a 20% (Cintrón y Scheaffer-Novelli, 1983), la salinidad intersticial hallada en el manglar de Pasacaballos se encuentra en este rango.

Podemos decir que debido al alto grado de desarrollo de los árboles de *Mora megistosperma* en el manglar, este presenta las mismas preferencias por los valores bajos de salinidad y altos contenidos de materia orgánica en el suelo de *Rhizophora sp.*

CONCLUSIONES

El manglar de Pasacaballos es un bosque mixto representado por las especies *Rhizophora sp.* y *Mora megistosperma* con un alto grado de desarrollo estructural. Este desarrollo se ve favorecido por condiciones óptimas: baja salinidad, alto contenido de materia orgánica y componentes texturales enriquecidos con limos y arcillas creando un ambiente propicio para el desarrollo de *Rhizophora sp.* y partículas más gruesas que favorecen la presencia de *Mora megistosperma* y un hidrodinamismo que permiten la distribución de estas partículas.

El desconocimiento actual sobre las características de los suelos (Textura, química y geomorfología), y salinidad intersticial en la gran mayoría de los manglares de la Costa Pacífica Colombia-

na, dificulta el entendimiento de la zonación, sucesión y estructura de los manglares. El presente estudio aporta una base comparativa y proporciona elementos metodológicos, sencillos y reproducibles en cualquiera de los manglares de la zona para complementar los estudios descriptivos que se han realizado.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Director y Subdirector del Centro Control Contaminación del Pacífico Capitán de Corbeta Eusebio Augusto Cabrales V. y Capitán de Corbeta Jairo Javier Peña G., por habernos brindado las facilidades locativas y por la financiación de este trabajo, al Teniente de Navío Mario Alberto Palacios, Biólogo, por brindamos su colaboración y apoyo incondicional durante la etapa de recopilación de datos; así mismo queremos reconocer de manera especial nuestra profunda gratitud al biólogo Rafael Contreras por su asesoría y su revisión del trabajo final y al doctor Jaime Cantera por sus recomendaciones y por facilitarnos su bibliografía para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Byers, S., E. Mills y P. Stewart. 1978. A comparison of methods of determining Organic Carbon in marine sediments, with suggestions for a standard method. *Hidrobiología*, 51 (1): 45-54.
- Cintrón, G. y Y. Scheaffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe. Rostlac, Montevideo, Uruguay.
- , 1984 Methods for studying mangrove structure. pp. 91-113 en S. C. Snedaker y J. G. Snedaker (eds). *The mangrove ecosystem: research methods*. Unesco, París.
- Flores-Verdugo, E., F. González, O. Ramírez, F. Amezcua, A. Yañez, M. Alvarez y J.W. Day 1990. Mangrove ecology aquatic primary productivity, and fish community dynamics in in the Teacapán -Agua Brava Lagoon- Estuarine systems (Mexican Pacific). *Estuaries* 13 (2): 219-230.

- Gómez, H.N. 1979. Suelos 1. Materiales de estudio y guías de práctica. Universidad del Valle, Cali.
- Martínez, J. y J.H. Carvajal. 1990. Problemas geológicos asociados a la línea de costa de los Departamentos de Cauca Nariño y Valle. Ministerio de Minas y Energía. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Bogotá.
- Pannier, F y R. Pannier. 1976. Interpretación fisiológica de la distribución de manglares en las costas del continente suramericano. pp. 537-560 en Memorias del Seminario sobre el Océano Pacífico Sudamericano. Univalle. Departamento de Biología, Cali, Colombia.
- Pigallet-De Mahieu, G. 1984. Milieu et peuplements macrobenthiques littoraux du Golfo Triste (Venezuela), études experimentales sur sa pollution. Tesis de Doctorado. Universidad de Marsella, Francia.
- Pool, D. J., E. Lugo y S. C. Snedaker. 1975. Litter production in mangrove forest of Southern Florida and Puerto Rico. pp. 213-237 en G. E. Walsh, S. C. Snedaker y H. J. Teas (eds). Proceeding of the International Symposium on biology and management of mangroves. East - West Center. Honolulu, Hawaii.
- Pool, D. J., S. C. Snedaker y A. E. Lugo. 1977. Structure of Mangrove Forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotrópica*, 9(3): 195-212.
- Pralh, H. von, J. R. Cantera, R. Contreras. 1990. Manglares y Hombres del Pacífico Colombiano. Fondo FEN Colombia.
- Rojas, C. 1989. Variabilidad mensual de las características textuales en sedimentos submareales de un estuario del sur de Chile. *Estud. Oceanol.*, 8: 9-20.
- Sánchez, G. 1990. Guía para laboratorios de Mecánica de Suelos Sección de suelos, Departamento de Mecánica de Sólidos y Materiales, Facultad de Ingeniería Universidad del Valle, Cali.
- Scheaffer-Novelli, Y. y G. Cintrón. 1986. Guía para estudio de áreas de manguezal: Estructura, función en flora. Caribbean Ecological Research. Sao Pablo, Brasil.
- Scheaffer-Novelli, Y. G. Cintrón, R. Rothleder y T. M. de Camargo. 1990. Variability of mangrove ecosystem along the Brazilian coast. *Estuaries*. 13 (2): 204-218.
- Soeters, R. y H. Gómez. 1986. Estudio geomorfológico - geotectónico de la región de Buenaventura - Tumaco: Un estudio geomorfológico aplicado para el proyecto canalización y adecuación de esteros. Pladecop, CVC. Cali, Colombia.
- West, R. C. 1977. Tidal salt-marsh and mangal formation of middle and South America. pp. 193-213 en V. J. Chapman (ed) Wet coastal ecosystems, Nueva York. E.U.