

## ESTRUCTURA Y REGENERACIÓN DEL BOSQUE DE MANGLAR DE LA CIÉNAGA DE CHOLÓN, ISLA BARÚ, PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO, CARIBE COLOMBIANO\*

Allan G. Valle<sup>1</sup>, Adriana M. Osorno-Arango<sup>2</sup> y Diego L. Gil-Agudelo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, Cerro Punta Betín, Santa Marta, Colombia. [allan\\_valle@invemar.org.co](mailto:allan_valle@invemar.org.co)

<sup>2</sup> [adri\\_osorno@yahoo.com](mailto:adri_osorno@yahoo.com)

<sup>3</sup> Empresa Colombiana de Petróleos Bogotá, Colombia. [diego.gil@ecopetrol.com.co](mailto:diego.gil@ecopetrol.com.co)

### RESUMEN

Los manglares son ecosistemas que representan un enlace relevante en el ambiente de transición entre los medios marino y terrestre; poseen gran importancia a nivel biológico y socio-económico, siendo un ecosistema marino estratégico. A lo largo de la costa Caribe colombiana hay varias ciénagas o lagunas costeras en cuyo borde se han establecido diversos bosques de manglar, algunos de los cuales hasta el momento no cuentan con suficiente información científica que los describa a nivel cualitativo y que represente sus procesos biológicos y los caracterice en forma cuantitativa. El presente trabajo de investigación contribuye al conocimiento actual de la estructura, distribución, abundancia y capacidad de regeneración del bosque de manglar que circunda la ciénaga de Cholón (Isla Barú, departamento de Bolívar). Por medio de muestreos realizados en el área de estudio que incluyen observaciones y mediciones *in-situ*, se calcularon en general promedios de altura de 3.42 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) de 4.94 cm y densidad de 21 árboles 100 m<sup>2</sup>, donde los brinzales fueron la categoría diamétrica predominante, seguidos por los latizales. El menor porcentaje estuvo conformado por los fustales. Las especies de manglar encontradas fueron *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, las cuales presentaron promedios de altura de 3.45 y 2.93 m y de DAP de 4.45 y 3.29 cm, respectivamente. La especie dominante fue *R. mangle*, hallada en todas las estaciones, mientras *A. germinans* sólo se encontró en dos estaciones, coincidiendo esto con los requerimientos particulares de terreno de cada una de estas especies para su asentamiento y desarrollo. En lo referente a regeneración, se evaluaron un total de 117 plántulas de *R. mangle* en cuatro estaciones, calculándose la tasa de crecimiento promedio en 0.69 cm mes<sup>-1</sup>, y una densidad promedio de 1.28 plántulas m<sup>2</sup>. Se espera que la información obtenida sirva para proveer una línea base que permita evaluar posibles cambios de este bosque de manglar y contribuya a garantizar la conservación y manejo sustentable de un valioso ecosistema y del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, del cual hace parte la ciénaga de Cholón.

**PALABRAS CLAVE:** Manglares, Ciénaga de Cholón, Estructura, Densidad, Regeneración.

\* Contribución número 1076 del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR

## ABSTRACT

**Structure and regeneration of the mangrove forests of Ciénaga de Cholón, Isla Barú, National Natural Park Corales del Rosario y San Bernardo, Colombian Caribbean.** Mangroves are trees or shrubs which represent a relevant link in the transition between marine and land environments. With high importance at the biological and socio-economic level, mangroves constitute one of the strategic marine ecosystems of Colombia. Along the Caribbean coast of Colombia, mangrove forests are established around marshes or coastal lagoons; most of them have scarce scientific information which describe these ecosystems at a qualitative level, but also which shows their biological processes and [04:54:47 p.m.] Amalia María Cano Castaño: characteristics in a quantitative form. Given the importance of these ecosystems, the present work contributes to the direct and recent knowledge of the structure, distribution, abundance and regeneration capacity of the mangrove forest in Ciénaga de Cholón (Isla Barú, Bolívar province). Using surveys and *in-situ* observations, general height averages were calculated at 3.42 m, DAP at 4.94 cm and density of 21 trees 100 m<sup>-2</sup>, where seedlings was the dominant diametric category, followed by stem-wood; saplings constituted a smaller percentage. Mangrove species found were *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans*, with average heights of 3.45 and 2.93 m, and DAP of 4.45 and 3.29 cm respectively. *Rhizophora mangle* was the dominant species, being found in all the stations, while *A. germinans* was found only in two of the stations sampled, coinciding with particular soil requirements for the settlement and development of each species. Regarding regeneration, a total of 117 *R. mangle* juvenile plants were evaluated in four stations, calculating a growth rate of 0.69 cm month<sup>-1</sup> and a density average of 1.28 plants m<sup>-2</sup>. It is expected that the information obtained will allow for the evaluation of changes of this mangrove forest over time, contributing to guarantee the conservation and sustainable management of a valuable ecosystem and the National Natural Park Corales del Rosario y San Bernardo, where Cholón is located.

**KEYWORDS:** Mangrove, Ciénaga de Cholón, Structure, Density, Growth.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de manglar, como recurso ecológico y económico invaluable, ofrecen protección contra la erosión de las costas y son sitios de acumulación de nutrientes, carbono y contaminantes, además de una fuente de interés maderable (Suman, 1994). Ecológicamente se les considera como uno de los ecosistemas más productivos del planeta por la gran cantidad de biomasa que producen y exportan hacia los ecosistemas estuarinos y marinos adenaños. Dada su composición, constituyen también importantes evapotranspiradores al ser fuente de humedad y enfriamiento natural (Sánchez-Páez *et al.*, 2004). Por su parte, las raíces de los manglares proporcionan sustrato para un notable número de organismos entre los que se destacan algas, moluscos, crustáceos y poríferos, además de variadas especies ícticas, reptiles, aves y mamíferos (Díaz-Piferrer, 1967). A pesar de la importancia ecológica y económica de los manglares, su destrucción se presenta conforme avanza el desarrollo de comunidades humanas asentadas en las costas y se va incrementando la densidad de pobladores. Esta destrucción se debe principalmente al desarrollo urbano, la tala para construcciones y leña, la acuicultura y la sobreexplotación para consumo humano de las especies encontradas en este ecosistema (Alongi, 2002).

Son diversos los estudios que se han realizado sobre la estructura, regeneración y estado de los bosques de manglar del Caribe colombiano; sin embargo, han sido pocas las investigaciones al respecto en la ciénaga de Cholón, siendo aún altamente desconocida su estructura, dinámica e importancia en el contexto local y regional. La primera de estas investigaciones fue realizada por Bohórquez-Rueda y Prada-Triana (1986), quienes estudiaron la problemática de los manglares en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario por el estrés al que estaban siendo sometidos por la tala para la construcción; en su estudio sobre la distribución de las especies caracterizaron el mangle rojo *R. mangle*. Posteriormente se realizó una investigación por Sánchez-Páez *et al.* (1997), quienes llevaron a cabo una zonificación de los manglares del lugar, encontrando pequeñas franjas de éstos en la orilla de los islotes que cierran la ciénaga de Cholón o que están en medio de ella, seguidas por vegetación subxerofítica en el centro. Dichos autores encontraron en el área las especies *R. mangle*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*, con alturas que variaron en un ámbito entre 2 a 7 m. El trabajo más reciente en el área es el de Agudelo-Ramírez (2000) quien caracterizó un bosque enano, en su mayor proporción inclinado y continuo, compuesto monoespecíficamente por *R. mangle* con altura que varió entre 3 y 7 m. De acuerdo con este autor, la mayoría de estos individuos pertenecen a la categoría brinzal (DAP < 5.0 cm), y unos pocos a la categoría latizal (DAP entre 5.1 y 15.0 cm), sin presentarse individuos de la categoría fustal (DAP > 15.0 cm).

Así, la información en el área de la ciénaga de Cholón es escasa y antigua y el poco conocimiento reciente que se posee es en su mayoría de tipo cualitativo. Es necesario entonces establecer la importancia de este lugar ante su declaración como parte del Área Protegida del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (Resolución No. 0679, 31 de mayo de 2005); así como conocer las características que le confieren dicha importancia teniendo en cuenta los diversos tensores antrópicos ejercidos sobre ellos en el área.

## ÁREA DE ESTUDIO

La isla de Barú (Caribe colombiano) se encuentra ubicada en el departamento de Bolívar a 18 Km al sur de Cartagena, entre los 10° 19' y 10° 18' N y 75° 42' y 75° 31' O. Barú abarca una extensión aproximada de 7550 ha y se separa del continente por los caños Guayacá y Estero y por el canal del Dique. Sus límites están establecidos de la siguiente manera: al sur y al este con la bahía de Barbacoas, al norte con el archipiélago Nuestra Señora del Rosario (que conforma el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo-PNNCRSB) y al noroeste con la bahía de Cartagena y la isla de Tierrabomba (Parada-Rufinatti y Pinto-Nolla, 1986; Caro-Caro y Parada-Rufinatti, 1987).

En Barú existen varias lagunas, entre ellas están las ciénagas de los Vásquez, Portonaíto, Mohán, Cholón y bahía de Barbacoas. El presente trabajo se llevó a cabo en la ciénaga de Cholón, en donde se ubicaron seis estaciones de muestreo (Figura 1). En general, el PNNCRSB posee un típico clima tropical costero con una temperatura anual de 27.7 °C (mínima de 21 °C y máxima de 33 °C), fuertemente influenciado por el mar (humedad relativa de 80-85 %) (Bohórquez, 2002). Para la zona se identifican tres épocas climáticas diferentes a lo largo del año: la primera es una época seca (verano), la cual abarca a partir de diciembre hasta abril, caracterizada por vientos fuertes del sector noreste (NE) y lluvias débiles y escasas. La segunda es una época de transición (mayo, junio y julio) durante la cual los vientos alisios son suaves, predominando los del sector N y NE, que se incrementan durante el mes de julio (veranillo de San Juan). La tercera es una estación húmeda (invierno), que opera de agosto a noviembre y se caracteriza por un régimen de vientos débiles de orientación variable y por un régimen de lluvias abundantes. Para el área de estudio el clima es predominantemente semiárido, con humedad y temperaturas relativamente altas durante todo el año. Los períodos de lluvias son más nublados, más húmedos, con menor evaporación y variación en la temperatura diaria, mientras que el período seco, se caracteriza por temperaturas y evaporación altas, siendo este el único aporte de agua dulce debido a que en Isla Barú no se encuentran ríos que aporten agua dulce al ecosistema (Leblé y Cuignon, 1987). La salinidad en el agua varía entre 34.4 y 35.4 y en el suelo entre 3.26 y 4.38, lo que origina la presencia de claros en el bosque, de acuerdo con lo registrado por Agudelo-Ramírez (2000).



**Figura 1.** Ciénaga de Cholón donde se indican las estaciones de muestreo. Se destacan las áreas de manglar (Fuente de la imagen Laboratorio SIG-INVEMAR).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Toma y procesamiento de datos

Para determinar la estructura de la floresta de manglar en la ciénaga de Cholón se ubicaron seis estaciones de muestreo (Tabla 1), cuya ubicación puede observarse en la Figura 1. En cada estación se situó un transecto lineal perpendicular a la línea de costa con ayuda de una cinta métrica. La longitud de los transectos dependió de la extensión de la franja de manglar presente en cada estación; la estación 1 tuvo una longitud de 90 m, las estaciones 2 y 4 tuvieron cada una 20 m, y las estaciones 3, 5 y 6 tuvieron una extensión de 100 m.

**Tabla 1.** Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo del bosque de manglar en la ciénaga de Cholón.

Estación	Latitud N	Longitud W
E1	10°10'07.1'' N	75°10'00.3'' W
E2	10°10'23.2'' N	75°31'13.2'' W
E3	10°10'18.7'' N	75°30'59.5'' W
E4	10°09'33.8'' N	75°39'54.9'' W
E5	10°09'30.9'' N	75°40'54.5'' W
E6	10°09'26.9'' N	75°40'59.1'' W

A lo largo de los transectos se ubicaron y delimitaron tres parcelas de 10 x 10 m (0.01 ha) cada 20 m. En las estaciones 2 y 4, cuya longitud perpendicular a la línea de costa no era mayor a los 20 m, las parcelas se ubicaron en forma paralela a la línea de costa (basado en Sánchez-Páez *et al.*, 1997). Se contaron e identificaron todos los individuos y especies de mangle encontradas en las parcelas de cada estación, y a cada individuo le fue medida la circunferencia a la altura del pecho (CAP) con ayuda de una cinta métrica flexible; con base en este dato se calculó el diámetro a la altura del pecho (DAP). Igualmente se midió la altura total de cada árbol (hasta la parte viva más alta del árbol) por medio de una vara extensible.

Durante el muestreo de estructura se llevó a cabo la descripción física de las parcelas y se realizó la representación del perfil de la vegetación a lo largo del transecto de estructura (basado en Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1984; Ortiz-Ruiz, 2004). Además, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) con el fin de determinar la especie y la categoría diamétrica más importantes para el área de estudio con base en el número de individuos encontrados por especie y categoría y el área basal de cada una de éstas (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1984; Ortiz-Ruiz, 2004).

La regeneración se calculó en términos de la capacidad de los manglares de producir nuevos individuos. Esto se realizó a través del conteo de plántulas y el crecimiento de las mismas dentro de las diferentes estaciones, permitiendo calcular la tasa de regeneración durante el período de estudio.

El conocimiento del número de plántulas establecidas observadas es el indicador más confiable para comprender las transformaciones a producirse en la vegetación como respuesta a una perturbación natural o producida por el hombre o como parte del ciclo natural de regeneración del bosque de manglar (Centanaro-Martínez *et al.*, 1997). Para el estudio de regeneración de los manglares se ubicó un transecto lineal y perpendicular a la línea de costa dentro de las estaciones 1, 2, 3 y 6. Dicha longitud dependió de la extensión de la franja de los manglares en cada sitio (la cual se mencionó anteriormente). El transecto de regeneración no se ubicó sobre el de estructura, sino contiguo a éste; de modo que, al realizar los muestreos de estructura, se evitaba dañar a las plántulas presentes a medida que se avanzaba sobre el terreno con el fin de evaluar la presencia de plántulas a lo largo del transecto de regeneración en un ancho de 1 m y en forma bimensual desde abril hasta octubre de 2006. También se estimó el crecimiento de las plántulas demarcando tres parcelas de 1 m<sup>2</sup> en forma sistemática aleatoria cada 20 m a lo largo del transecto (basado en Ortiz-Ruiz, 2004). En cada parcela se contaron las plántulas presentes, se les midió la altura total (desde la base del tallo hasta el ápice), y se marcó cada plántula en su tallo con bandas de cinta róxex que se rotularon previamente con un código para su identificación. Los rótulos fueron argollados con un alambre de cobre recubierto en plástico al tallo de cada plántula, de manera que quedaran sueltos y no interfirieran con el crecimiento de las plántulas. Se obtuvieron cuatro datos bimensuales entre abril y octubre de 2006. Finalmente, se utilizó análisis de regresión lineal para el cálculo de la tasa de crecimiento en altura y ésta se extrapoló a un valor mensual.

## RESULTADOS

### Estructura

Se evaluaron un total de 415 árboles distribuidos en las diferentes estaciones de la ciénaga de Cholón, de los cuales 388 (93.62 %) correspondían a *R. mangle* y 27 (6.38 %) a *A. germinans*. Para *R. mangle* se encontraron individuos correspondientes a las tres categorías diamétricas, siendo la categoría predominante los brinzales con 255 árboles, seguida por los latizales con 132 árboles y la menos representativa los fustales, con sólo un árbol. Igualmente para *A. germinans* la categoría predominante fue la de brinzales, con 21 árboles; los latizales estuvieron representados por seis árboles, mientras que para esta especie no se encontraron árboles correspondientes

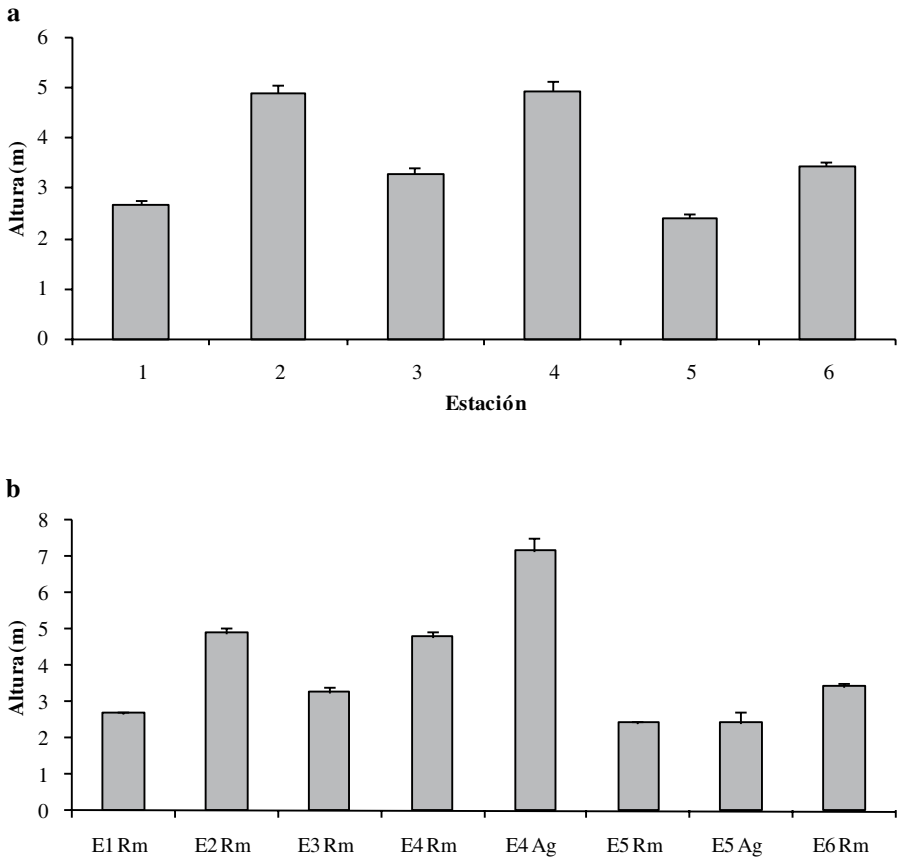
a la categoría fustales (Tabla 2). El bosque de las estaciones 1, 2, 3 y 6 estuvo compuesto exclusivamente de *R. mangle*, mientras que en las estaciones 4 y 5 se encontró además *A. germinans*.

**Tabla 2.** Características estructurales generales del bosque de manglar de la ciénaga de Cholón. Rm: *Rhizophora mangle*; Ag: *Avicennia germinans*; N: Número de árboles observados de cada categoría y especie; F Abs: frecuencia absoluta; F Rel: frecuencia relativa; D Rel: densidad relativa de individuos; AB/Categoría: área basal de la categoría; D: dominancia relativa; IVI: índice de valor de importancia; D ind /0.1 ha: densidad de árboles estandarizado a 0.1 hectárea.

Especie	Categoría	N	F Abs	F Rel	D Rel	AB Categoría	D	IVI%	D/0.1 ha
Rm	Brinzales	255	96	46	38.56	988.68	54.65	44.34	61.49
	Latizales	132	87	42	19.25	729.94	40.35	32.19	57.39
	Fustales	1	4	2	0.31	1.72	0.09	0.67	0.43
Total	388								
Ag	Brinzales	21	9	4	3.32	47.94	2.65	3.34	9.13
	Latizales	6	13	6	38.56	40.74	2.25	19.46	2.61
	Fustales	0							
Total	27								
Total	415	100	100	100	100				

La estación 5 presentó el mayor porcentaje de brinzales (81 %) para las dos especies encontradas. Para *R. mangle* la categoría brinzales representó el 97 % de esta estación, y para *A. germinans* el 88 %. Las estaciones 1 y 3 mostraron también predominancia de la categoría brinzales, el 72 y 68 % de los árboles de *R. mangle* examinados pertenecieron a esta categoría diamétrica. Por su parte, en las estaciones 4 y 6 predominó la categoría latizal de *R. mangle* con 61 y 83 %, respectivamente. Adicionalmente para la 4, *A. germinans* estuvo representada sólo por latizales.

El promedio general de altura para los manglares medidos en el área de estudio fue 3.45 m. En conjunto para las especies *R. mangle* y *A. germinans*, en la estación 4 se presentó el mayor promedio de altura (4.94 m), seguida por la 2 (4.88 m); mientras la 5 presentó el valor más bajo con 2.40 m (Figura 2a). Para *R. mangle* el promedio de altura calculado entre todas las estaciones fue de 3.42 m, y para *A. germinans* de 2.93 m. Adicionalmente, para *R. mangle* el mayor promedio de altura se dio en la 2 (4.88 m), mientras que el menor valor se presentó en la 5 con 2.40 m. Por su parte, de las dos estaciones que presentaron árboles de *A. germinans*, la 4 presentó el mayor promedio de altura para esta especie (7.15 m). Dicho promedio supera también los promedios resultantes para *R. mangle* en las demás estaciones. El menor promedio de altura para *A. germinans* se presentó en la 5 con 2.40 m (Figura 2b).



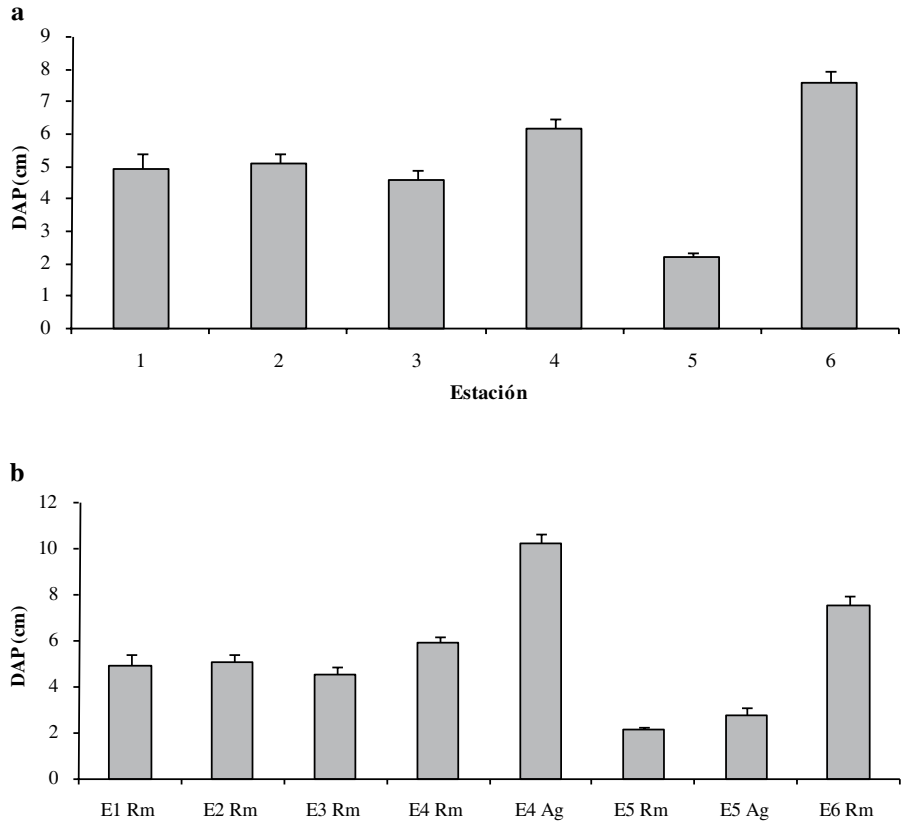
**Figura 2.** Promedio de altura (m) para el bosque de mangle ubicado en cada una de las estaciones de muestreo en la ciénaga de Cholón (a) y para las dos especies (b) *Rhizophora mangle* (Rm) y *Avicennia germinans* (Ag). Se indica el error estándar (extensiones de la barra).

En cuanto al DAP, el promedio general para toda la ciénaga de Cholón fue 4.45 cm. El máximo promedio de DAP fue encontrado en la estación 6 con 7.57 cm (el cual a su vez fue el máximo valor promedio para *R. mangle*), seguido por la 4 con 6.16 cm. El menor valor se presentó para la estación 5 con 2.23 cm (Figura 3a). Para *A. germinans* el máximo promedio de DAP se encontró en la 4, con 10.22 cm (Figura 3b).

La aplicación de la prueba estadística de Kruskal-Wallis con base en el DAP mostró que existen diferencias entre las distintas estaciones ( $P$ -valor  $< 0.001$ ;  $h$ -test). De acuerdo al test de Rangos Múltiples, se encontró que las estaciones 1, 2 y 3 (porción oriental de la ciénaga) forman un grupo homogéneo, mientras que las estaciones 4, 5 y 6 se apartan cada una independientemente. En general, el bosque



presente en todas las estaciones es de tipo “borde” sometido a un lavado diario por la fluctuación vertical de la marea; sin embargo la estación 3 presentó este tipo de bosque en sus primeros 50 m precediendo a un bosque de tipo “cuenca”.



**Figura 3.** Promedio de DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) (cm) para el bosque de manglar de la ciénaga de Cholón (a) y para las dos especies encontradas (b) *Rhizophora mangle* (Rm) y *Avicennia germinans* (Ag). Se indica el error estándar (extensiones de las barras).

Con respecto a la descripción física del área de estudio, se observó que las estaciones 1, 2, 3 y 6, compuestas exclusivamente de *R. mangle*, presentaron un terreno en su mayoría lodoso-fangoso con abundante materia orgánica compuesta por hojarasca, frutos y semillas sobre suelos casi siempre húmedos e inundados; mientras que los árboles encontrados en la estación 4, correspondientes a las especies *R. mangle* y *A. germinans*, se ubicaban sobre terreno consolidado o en proceso de consolidación. Así mismo, para la 5, en donde también se encontraron las especies *R. mangle* y *A. germinans*, se observó que la vegetación de manglar estaba creciendo

sobre un relleno de cascajo coralino, y consistía en una resiembra de la zona realizada hacia mediados de los años 90 con dichas especies, como respuesta a un proceso de tala masiva efectuado a finales de los años 80 (Wilmer Gómez. Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. Cartagena D.T.C.H., Colombia. 2006. Com. Pers.). También se observó que los árboles encontrados en esta estación tenían troncos torcidos y presentaban muy poco porte, siendo la estación 5 la que presentó menor promedio de altura y DAP entre todas las estaciones de muestreo (Tabla 3).

**Tabla 3.** Promedios de altura y DAP en las parcelas de estructura del bosque de manglar en la ciénaga de Cholón.

Estación	N	Parcelas	Categoría	Altura	DAP
		Evaluadas	Dominante	Promedio	Promedio
1	68	4	Brinzales	2.67 m	4.95 cm
2	78	3	Latizales	4.88 m	5.08 cm
3	50	5	Brinzales	3.28 m	4.57 cm
4	49	3	Latizales	4.94 m	6.16 cm
5	131	4	Brinzales	2.44 m	2.21 cm
6	40	4	Latizales	3.43 m	7.57 cm

La intervención antrópica observada en las distintas estaciones se manifestó principalmente por material sólido como botellas, envases de aceite y combustible, ropa y calzado encontrado hacia el interior del bosque, tal como se vio en las estaciones 1, 3 y 6. Además se observó la construcción de un puente peatonal a través del manglar y varios senderos de paso en las estaciones 1 y 3. La 4 es la que se encuentra más propensa a la intervención antrópica por estar en una zona dispuesta para la construcción de cabañas de descanso, por lo que está constantemente sometida al arrojado de basuras y desechos en su interior, así como a la tala, la cual también se observó en la estación 6, donde se encontró un área talada de aproximadamente 60 m<sup>2</sup> donde la principal especie extraída era *A. germinans*.

### Regeneración natural

En el área se encontró un promedio de 1.28 plántulas m<sup>2</sup>. En la estación 1 se calculó una densidad promedio de  $0.72 \pm 0.21$  plántulas m<sup>2</sup>, observándose la mayor cantidad de plántulas en el mes de abril (88 plántulas); mientras que el cuarto muestreo (octubre) fue en el que menos plántulas se encontraron (41 plántulas). Para la estación 2, sobre un transecto de 20 m, se calculó un promedio estandarizado de  $0.33 \pm 0.27$  plántulas m<sup>2</sup> por muestreo. Durante el segundo muestreo (junio) se contó la mayor cantidad de plántulas (13), mientras que en el cuarto muestreo (octubre) no se encontró

ninguna. En la tercera estación se calculó una densidad promedio de  $2.43 \pm 1.38$  plántulas  $m^{-2}$ , encontrándose el mayor número de éstas durante el muestreo de octubre, con un total de 379 plántulas; mientras que en el segundo muestreo (junio) se contó la menor cantidad, con 56 plántulas vivas. Finalmente para la sexta estación se contó una densidad promedio de  $1.67 \pm 0.42$  plántulas  $m^{-2}$ . El muestreo en el que más se contaron plántulas fue el primero (abril) y en el que menos se contó fue en el tercer muestreo (julio).

Mediante el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas entre el número de plántulas encontradas en las distintas estaciones de regeneración (P-valor=0.0072, GL= 3). La prueba de Rangos Múltiples (LSD 95 %) indicó que las diferentes estaciones se separan independientemente y no se crea ningún grupo.

Se evaluaron bimestralmente un total de 117 plántulas establecidas en las estaciones 1, 3 y 6. La estación 2 no se tuvo en cuenta al realizar este análisis de varianza ya que en ésta sólo sobrevivió una plántula hasta el final de estudio, siendo así insuficientes los datos para aplicar dicha prueba; sin embargo, cabe mencionar que la tasa de crecimiento calculada para dicha plántula fue  $0.9 \text{ cm mes}^{-1}$  (Tabla 4). La tasa de crecimiento promedio de plántulas para el total de estaciones en donde se registró dicho atributo fue de  $0.69 \text{ cm mes}^{-1}$ . En la Tabla 4 puede observarse que el crecimiento promedio de las plántulas para el total de meses de muestreo (seis) fue muy similar en todas las estaciones de muestreo en donde se midió. Los valores promedio resultantes se estandarizaron a un mes con el fin de poderlos comparar con otros estudios. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al aplicar el análisis de varianza para comparar el crecimiento entre las estaciones 1, 3 y 6 ( $p= 0.9033$ ).

**Tabla 4.** Densidad de plántulas y tasa de crecimiento (cm/mes) para las estaciones de “regeneración natural”. Los valores resultantes se estandarizaron a un mes.

Estación	Número de plántulas	Tasa de crecimiento
1	$18/15 \text{ m}^2 \pm 1.2/ \text{ m}^2$	0.69 cm/mes
3	$63/ 15 \text{ m}^2 \pm 4.47/ \text{ m}^2$	0.67 cm/ mes
6	$35/ 15 \text{ m}^2 \pm 2.33/ \text{ m}^2$	0.71 cm/ mes

## DISCUSIÓN

El tipo de bosque encontrado en la ciénaga de Cholón es de borde, con algunas porciones más parecidas a bosques de tipo cuenca (estaciones 3 y 6) (Lugo y Snedaker, 1974; Snedaker y Snedaker, 1984). Las especies de manglar encontradas fueron *R. mangle* y *A. germinans*, Bohórquez-Rueda y Prada-Triana

(1986) y Agudelo-Ramírez (2000) registraron sólo la primera especie para el área como si se tratase de un bosque monoespecífico, mientras que Sánchez-Páez *et al.* (1997) registraron además *L. racemosa* y *C. erectus*, no observadas durante esta investigación. La ausencia de estas especies durante el presente trabajo, junto con la evidencia de tala y presencia de construcciones y basuras, muestra cómo la influencia antrópica está determinando la abundancia y distribución de las especies en la zona.

El rango de altura obtenido para los manglares en la ciénaga de Cholón varió entre 0.9 y 12.6 m y un DAP entre 2.23 y 7.75 cm. Ambos valores son similares a los encontrados en otros estudios en la zona: alturas de 2 a 8 m (Sánchez-Páez *et al.*, 1997) y 3 a 7 m (Agudelo-Ramírez, 2000) en Cholón, DAP de 6.66 cm y altura de 7.41 m en la ciénaga de Cocoliso (Isla Grande) (Quintero *et al.*, 1990), entre 3.61 y 3.38 m de altura para Isla Barú, ciénaga del Pelao e isla Skandia con DAP entre 4.83, 5.08 y 7.71 cm (Bohórquez-Rueda y Prada-Triana, 1986). A pesar de su cercanía con los manglares del río Sinú (Olaya-Hernández *et al.*, 1991; Sánchez-Páez *et al.*, 2004) y la Ciénaga Grande de Santa Marta (Serrano-Díaz *et al.*, 1995), sus características estructurales son más parecidas a manglares de La Guajira, isla de San Andrés y bahía de Chengue (Parque Nacional Natural Tayrona) (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003; Lema-Vélez y Polanía, 2007), los cuales están sometidos a regímenes de pluviosidad y a la precipitación de acuerdo a las estaciones climatológicas como única fuente de agua dulce, siendo este factor determinante en la estructura del bosque.

Sin embargo, la densidad promedio obtenida para el bosque de manglar de la ciénaga de Cholón es baja (21 árboles 100 m<sup>2</sup>) en comparación con lo registrado en el estudio de Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira (2003), quienes registraron un valor de 337 árboles 100 m<sup>2</sup>. Este promedio de densidad de árboles para la ciénaga de Cholón se encuentra en el ámbito obtenido por Olaya-Hernández *et al.* (1991) para el antiguo delta del río Sinú (96-294 árboles 100 m<sup>2</sup>) y por Bohórquez-Rueda y Prada-Triana (1986) para el PNNCRSB (98-145 árboles 100 m<sup>2</sup>) con un promedio general de 293 árboles 100 m<sup>2</sup>.

La densidad promedio de plántulas de manglar encontradas en la ciénaga de Cholón es baja comparada con valores de densidad obtenidos en lugares como la isla de Salamanca (de 2.16 plántulas m<sup>-2</sup>) y la ciénaga de La Caimanera (1.52 plántulas m<sup>-2</sup>) (Gil-Torres *et al.*, 1998). Por el contrario, en lugares como la bahía de Chengue (densidad promedio de 0.17 plántulas/m<sup>-2</sup>), río Sevilla (0.13 plántulas/m<sup>-2</sup>) y Caño Guacamaya en el departamento de Sucre (0.59 plántulas/m<sup>-2</sup>) las densidades de plántulas fueron considerablemente más bajas que en el presente estudio (Gil-Torres *et al.*, 1998).

Las plántulas monitoreadas durante el presente trabajo mostraron una baja sobrevivencia, determinada principalmente por el ahogamiento durante períodos de inundación (debido a mareas extremas). Sin embargo, en aquellas estaciones donde el terreno se encontraba más alto se presentaron mayores densidades y mejores tasas de sobrevivencia. Las tasas de crecimiento fueron similares en todas las estaciones evaluadas y son consideradas bajas comparadas con valores registrados para la CGSM (5 cm mes<sup>-1</sup>, Elster, 1998; 3.2 cm mes<sup>-1</sup>, Perdomo, 2001; 5.02 cm mes<sup>-1</sup>, Trout-Lastra, 2003). Tanto la baja sobrevivencia como el limitado crecimiento de las plántulas son muestra del estrés salino al que están sometidas en el área de estudio, debido a que la ciénaga de Cholón no posee aportes de aguas continentales que permitan un lavado suficiente, siendo las aguas lluvias el único aporte; así, el bosque se encuentra sujeto al mar como única fuente hídrica constante, conllevando a la influencia del permanente nivel de salinidad como principal limitante en el asentamiento, afianzamiento y desarrollo de las plántulas (Sánchez-Páez *et al.*, 1997; Elster, 1998). Además, valores altos de salinidad producen bajo porte y poco desarrollo del bosque de manglar, así como poca producción de propágulos (Biber, 2006; Proffitt y Travis, 2010). Esta restricción de agua dulce impide que se produzca un debido lavado de los suelos sobre los cuales se ha asentado el bosque de manglar, creándose un medio propicio para que se presenten condiciones de aridez donde la tasa de regeneración y asentamiento de propágulos es muy baja debido principalmente a la influencia del nivel de salinidad al que están expuestos permanentemente, el cual incide directamente sobre la tasa de crecimiento de las plántulas (Ridd y Stieglitz, 2002).

La ciénaga de Cholón presenta entonces un importante desarrollo de manglar, siendo una de las principales áreas al interior del PNNCRSB, además de poseer una estructura singular en el área. Sin embargo, este estudio muestra como ha sido y está siendo altamente impactado por las actividades humanas que se desarrollan en la zona, especialmente la tala para la construcción de viviendas y hoteles y la extracción de madera para producción de leña y carbón vegetal, ocasionando la aparente disminución de su cobertura y desaparición de algunas especies. A esto se suma la baja capacidad de resiliencia mostrada por estos manglares, expresada en el bajo número, crecimiento y sobrevivencia encontrada en plántulas. Es importante entonces incrementar los controles para garantizar la preservación de este importante ecosistema así como el implementar sistemas de monitoreo para conocer su desarrollo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Ecopetrol, Cardique y los funcionarios del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo y del Ceiner, por su apoyo y por haber hecho posible el desarrollo del proyecto SAETTA, en el marco del cual se realizó el presente trabajo; igualmente a J. Restrepo, J. Ortiz y C. Villamil (INVEMAR) por su guía y dirección en el tratamiento de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo-Ramírez, C. 2000. Estructura de los bosques de manglar del departamento de Bolívar y su relación con algunos parámetros abióticos. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Cartagena. 288 p.
- Alongi, D. M. 2002. Present status and future of world's mangrove forest. *Environmental Conservation*, 29: 331-349.
- Biber, P. D. 2006. Measuring the effects of salinity stress in the red mangrove, *Rhizophora mangle* L. *Afr. J. Agric. Res.*, 1: 1-4.
- Bohórquez, C. 2002. Guía Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. Convenio CEINER–UAESPNN–MINAMBIENTE, Cartagena. 44 p.
- Bohórquez-Rueda, C. A. y M. C. Prada-Triana. 1986. Siembra y transplante de *Rhizophora mangle*, L. 1773 y tipología del manglar del Parque Nacional Natural Corales del Rosario. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 124 p.
- Caro-Caro, C. I. y C. Parada-Rufinatti. 1987. Relación del elemento fósforo con algunos foraminíferos bentónicos de lagunas costeras, Isla Barú, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 17: 39-47.
- Centanaro-Martínez, D., J. E. Guerrero-Trujillo, J. N. Ganem-Robles, H. Quiroz-Ramos y E. Ramírez-Campos. 1997. Diagnóstico integral del sistema manglar de la ciénaga de La Caimanera. Informe final, Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE)-Fundación para el desarrollo social y protección del medio ambiente (FUNDESA), Sincelejo, Colombia. 79 p.
- Cintrón, G. y Y. Schaeffer-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. 109 p.
- Cintrón, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1984. Methods for studying mangrove structure. 35-55. En: Snedaker, S. C. y J. G. Snedaker (Ed.). *The mangrove ecosystem: research methods*. On behalf of the UNESCO / SCOR working group 60 on mangrove ecology. United Nations Educational and Cultural Organization. Bungay, Inglaterra. 251 p.
- Díaz-Piferrer, M. 1967. Las algas superiores y fanerógamas marinas. 273-307. En: Fundación La Salle (Ed.). *Ecología marina*. Editorial Dossac S.A., Barcelona. 711 p.
- Elster, C. 1998. Posibilidades de regeneración del manglar en la zona de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia). *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit- Tropenökologisches Begleitprogramm GTZ–TÖB*. Eschborn, Alemania. 68 p.
- Gil-Torres, W. O. 1998. Dinámica de crecimiento de los manglares del Caribe continental colombiano. Informe técnico No. 22. Proyecto PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase II Etapa I “Conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia”, MINAMBIENTE/ACOFOR/OIMT, Bogotá. 109 p.

- Leblé, S. y R. Cuignon. 1987. El archipiélago de las islas del Rosario, estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico. *Bol. Cient. CIOH*, 7: 37-52.
- Lema-Vélez, L. F. y J. Polanía. 2007. Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop.*, 55 (1): 11-21.
- Lugo, A. E. y S. C. Snedaker. 1974. *The ecology of mangrove*. University of Miami, Miami. 200 p.
- Olaya-Hernández, H., D. Centanaro-Martínez, I. Leguizamón-Pulido y F. Pineda-Vásquez. 1991. Los bosques de mangle del antiguo delta de río Sinú (Córdoba-Colombia) – Estudio de la vegetación y aprovechamiento. Univ. Córdoba, Instituto Colombiano para el fomento de la Educación Superior (ICFES), Montería, Colombia. 30 p.
- Ortiz-Ruiz, J. J. 2004. Evaluación de la regeneración artificial de manglar en cinco zonas de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 97 p.
- Parada-Ruffinatti, C. y J. Pinto-Nolla. 1986. Foraminíferos bentónicos recientes de Isla Barú. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis” FEN Colombia, Escala Ltda. Bogotá. 212 p.
- Perdomo, L. 2001. Evaluación de los procesos de regeneración natural después de la reapertura de caño de agua dulce (Ciénaga Grande de Santa Marta). Tesis Maestría en Ciencias, Univ. Nacional de Colombia, Santa Marta. 130 p.
- Proffitt, C. E. y S. Travis. 2010. Red mangrove seedling survival, growth and reproduction: effects of environment and maternal genotype. *Est. Coasts*, 33: 890-901.
- Quintero, H. E., C. L. Vanin y L. E. Ávila. 1990. Evaluación de la estructura y productividad del manglar presente en la ciénaga de Cocoliso, Isla Grande, Parque Nacional Natural Corales del Rosario (PNNCR). 45-52. En: Steer-Ruiz, R. (Ed.). *Mem. VII Sem. Nal. Cienc. Tecnol. Mar. CCO/CVC. Cali*. 792 p.
- Ridd, P. V. y T. Stieglitz. 2002. Dry season salinity changes in arid estuaries fringed by mangroves and saltflats. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 54: 1039-1049.
- Rodríguez-Ramírez, A. y J. Garzón-Ferreira. 2003. Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la bahía de Chengue (Caribe colombiano) 1993-1999. Serie de Publicaciones Especiales No. 8, INVEMAR, Santa Marta. 170 p.
- Sánchez-Páez, H., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A. S. Sánchez-Alfárez, J. C. Pino-Rengifo, I. García-Hansen y M. T. Acosta-Peñaloza. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. 511 p.
- Sánchez-Páez, H., G. A. Ulloa-Delgado y H. A. Tavera-Escobar. 2004. Manual sobre zonificación y planificación para el manejo sostenible de los manglares-Caribe de Colombia. Proyecto PD 60/01 Rev. 1 (F) “Manejo sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia” MINAMBIENTE-CONIF-OIMT, Bogotá. 32 p.
- Serrano-Díaz, L. A., L. Botero, P. Cardona y J. E. Mancera-Pineda. 1995. Estructura del manglar en el delta exterior del río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta, una zona tensionada por alteraciones del equilibrio hídrico. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 24: 135-164.
- Snedaker, S. C. y J. G. Snedaker. 1984. *The mangrove ecosystem: research methods*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-UNESCO-Richard Clay (The Chaucer Press) Ltd. Bungay, England. 251 p.

- Suman, D. O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science-University of Miami-The Tinker Foundation, Nueva York. 263 p.
- Trout-Lastra, M. A. 2003. Inventario diagnóstico de la regeneración natural en el manglar de la ciénaga El Torno, Parque Nacional Natural Isla de Salamanca (Magdalena). Pontificia Univ. Javeriana, Bogotá. 103 p.

FECHA DE RECEPCIÓN: 04/09/2007

FECHA DE ACEPTACIÓN: 04/02/2011