
CARACTERIZACIÓN DE LOS MANGLARES DE ZONAS SEMIÁRIDAS EN EL NOROCCIDENTE DE VENEZUELA

BEATRIZ LÓPEZ, MARÍA BEATRIZ BARRETO
y JESÚS ELOY CONDE

RESUMEN

La estructura de los manglares es moldeada por la combinación de factores climáticos, geomorfológicos y ecológicos. Se evaluó la estructura de cinco bosques de manglar en distintos ambientes (estuarino, marino, hipersalino) y se relacionó con las características físicas y químicas del agua y suelos en el estado Falcón, Venezuela, en octubre 2007. La composición florística, diámetro a la altura del pecho (DAP), número de plántulas y troncos vivos, y la altura de los individuos fue registrada en parcelas paralelas a la costa. Se calculó el área basal (AB), DAP medio, altura promedio y máxima de los árboles, y densidad de individuos. Fueron examinadas variables físicoquímicas del agua (salinidad, temperatura, oxígeno y pH) y del suelo (salinidad, pH, textura y densidad aparente). La especie predominante fue *Rhizophora mangle* L. excepto en el manglar estuarino donde

dominó *Laguncularia racemosa* (L.). La máxima altura (12m) se observó en un ejemplar de *L. racemosa*. Las menores alturas (media 1,5m) y máxima densidad de troncos (2220ind/0,1ha) fueron encontradas en el manglar achaparrado hipersalino. Los suelos con mayor aireación y drenaje fueron los del manglar marino. El AB y la altura disminuyeron progresivamente del manglar estuarino al hipersalino achaparrado, y se comprobaron relaciones inversas ($P < 0,001$) entre AB y salinidad ($R^2 = 0,6$), y altura y salinidad ($R^2 = 0,8$), lo que revela un gradiente de complejidad estructural asociado a la salinidad del agua. Los atributos estructurales de los manglares de la península de Paraguaná están en el intervalo de valores registrados para manglares de clima seco y marcadamente estacional, con aportes de agua dulce restringidos al período de lluvias.



El término manglar es generalmente usado para describir un diverso grupo de plantas leñosas de diferentes familias de dicotiledóneas, principalmente árboles y arbustos, todos con similares adaptaciones, que les permiten colonizar la zona intermareal, con suelos salinos, inundados y anóxicos, en áreas sujetas a cambios geomorfológicos (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1992; Duke *et al.*, 1998; Pannier y Pannier, 1989). Los manglares prestan una serie de servicios al hombre, entre los cuales destacan la protección que brindan a la

línea de costa contra tormentas y huracanes, estabilizan los sedimentos, funcionan como filtros biológicos, constituyen zonas de alto valor paisajístico debido a que albergan una gran biodiversidad, y además funcionan como lugares para la cría y desove de peces e invertebrados de importancia comercial (Pannier y Pannier, 1989; Twilley *et al.*, 1996; Lacerda *et al.*, 2002).

Los manglares de América cubren alrededor del 27% del área total mundial de manglares y se encuentran distribuidos desigualmente, siendo las costas Atlántica y Caribe las que

presentan mayor extensión (Lacerda *et al.*, 2002). En Venezuela, cubren una extensión que alcanza los 2500km², tanto en la línea de costa continental como también en muchas islas costa afuera; en el delta del Orinoco es donde estos bosques alcanzan su mayor desarrollo (Conde y Alarcón, 1993).

Diversos autores han señalado que la estructura de los manglares está determinada por los aportes de agua de lluvia y por la escorrentía superficial (Pool *et al.*, 1977; Imbert y Menard, 1997). En climas secos, con zonas áridas y semiáridas, los atributos estruc-

PALABRAS CLAVE / Estructura del Manglar / *Rhizophora mangle* / Salinidad / Venezuela / Zonas Semiáridas /

Recibido: 28/09/2011. Modificado: 16/11/2011. Aceptado: 21/11/2011.

Beatriz López. Licenciada en Biología y M.Sc. en Ciencias mención Ecología, Universidad Central de Venezuela (UCV). Doctora en Ciencias mención Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Investigadora, IVIC, Venezuela. Dirección: Laboratorio de Ecología y Genética de Poblaciones, Centro de Ecología, IVIC. Apartado Postal 21827, Caracas 1020-A, Venezuela. e-mail: blopez@ivic.gob.ve

María Beatriz Barreto. Licenciada en Biología y Doctora en Ciencias mención Ecología, UCV, Venezuela. Investigadora Docente, UCV, Venezuela.

Jesús Eloy Conde. Licenciado en Biología, UCV, Venezuela. M.A. en Bioestadística, University of California, Berkeley, EEUU. Ph.Sc. en Biología, IVIC, Venezuela. Investigador, IVIC, Venezuela.

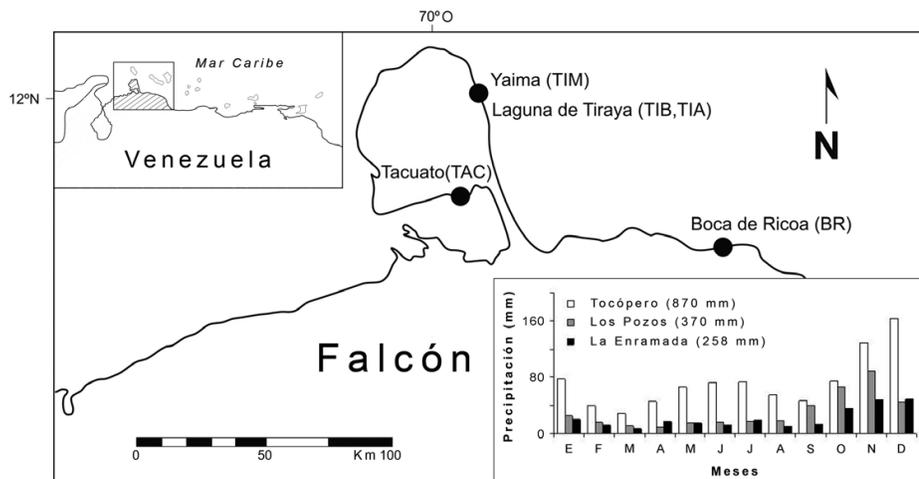


Figura 1. Localización de la zona de estudio, situación relativa nacional y regional. Precipitación mensual y media anual correspondiente a las estaciones Tocópero (Boca de Ricoa, período 1958-2001), Los Pozos (Laguna de Tiraya - Ensenada de Yaima, 1972-1999) y La Enramada (Tacuato, 1969-2000), todas en el estado Falcón, Venezuela. Las estaciones Los Pozos y La Enramada se encuentran en la península de Paraguaná. Datos tomados de la Dirección de Hidrología y Meteorología del Ministerio del Ambiente, 2004 (Minamb, 2004).

turales de los manglares muestran una alta variabilidad y tienden a presentar menor complejidad, menor riqueza de especies, menor altura del dosel y área basal (Jiménez, 1990; Barreto, 2004).

Este trabajo tiene por finalidad caracterizar los hábitats y evaluar la estructura de varios bosques de manglar que presentan distinta fisionomía y se encuentran localizados en la región semiárida del estado Falcón, Venezuela. Para ello se evaluaron cinco bosques de manglar con diversos niveles de desarrollo estructural, en diferentes ambientes (estuarino, marino e hipersalino) y situados tanto en la zona continental, como en la península de Paraguaná. Se estimaron relaciones entre las variables que describen la vegetación y las características físicas y químicas del suelo y del agua.

Área de estudio

Se estudiaron cinco bosques de manglar en la región centro occidental del territorio venezolano; cuatro ubicados en la península de Paraguaná y uno en el continente, en la

desembocadura del río Ricoa (Figura 1). Éste es un manglar estuarino cercano a la población de Tocópero (BR, Tabla I). El régimen de lluvias en esta zona presenta dos pulsos al año, uno durante el período de lluvias (octubre-diciembre) y otro menor entre mayo y julio. La media mensual puede llegar hasta 160mm y descender por debajo de 40mm durante la sequía, entre febrero y marzo (Figura 1; Minamb, 2004). El resto de los manglares se encuentran en la península de Paraguaná; tres de los cuales se ubican al noreste de ésta. Se trata de un manglar marino (TIM) localizado en la ensenada de Yaima y otros dos manglares (TIB, TIA) ubicados dentro de la laguna hipersalina de Tiraya, también llamada Boca de Caño (Figura 1, Tabla I). Ésta es una albufera somera con una extensión de ~180ha y 10-20ha de manglar, y presenta una boca de 30m de ancho y 150m de largo, que la comunica con el mar (Conde, 1990; Conde y Alarcón, 1993). Los únicos aportes de agua dulce a estos manglares son aquellos debidos a la lluvia. El régimen de precipitación de la zona presenta una estacionalidad muy marcada. La sequía

transcurre entre enero y septiembre, con una media mensual de 8,6mm, y la temporada de lluvias entre octubre y diciembre, con precipitaciones de 60-80mm. (Figura 1; Minamb, 2004). La quinta localidad (TAC) localizada cerca de la población de Tacuato, al sur de la península de Paraguaná (Figura 1), es una laguna costera hipersalina con manglares de poco desarrollo estructural. El promedio anual de pluviosidad en esta área es 256,8mm, por debajo del observado en el resto de las zonas estudiadas, con precipitaciones mensuales en la época de lluvias de apenas 40mm. El patrón estacional de las lluvias es muy similar al observado al norte de Paraguaná, con un período de lluvias restringido a dos o tres meses del año (octubre-diciembre).

Materiales y Métodos

Análisis de la vegetación

Los datos de los atributos estructurales fueron tomados en octubre de 2007. En cada localidad se establecieron *transectas* paralelas a la línea de costa, a través de las cuales se demarcaron parcelas de áreas distintas, de acuerdo a la densidad de troncos observada in situ (Tabla I). En cada parcela los atributos estructurales registrados fueron composición florística, número de plántulas y de troncos (vivos, muertos en pie, talados). Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) a 1,3m para adultos de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. y *Avicennia germinans* (L.) Stearn, y por encima de la intersección más alta de las raíces adventicias en los ejemplares de *Rhizophora mangle* L. Se estimó la altura aproximada de los árboles usando una base de referencia (altura hombre 1,80m), de acuerdo a la metodología propuesta por Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli (1984). Con estos datos se calculó el área basal (AB), el DAP medio, la altura promedio y máxima de los árboles, la densidad de individuos por especie y total, y la densidad de troncos. El DAP promedio, definido como el diámetro del árbol de

TABLA I
SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS DE ESTUDIO Y NÚMERO DE TRANSECTAS Y PARCELAS EVALUADAS

Localidad	Coordenadas geográficas	Número y longitud de <i>transecta</i>	Número y superficie de las parcelas
BR: Boca de Ricoa (MAE)	11°30'11"N 69°12'27"O	Dos <i>transectas</i> 20m, 40m	Dos de 10×10m ² , y dos de 20×20m ²
TIM: Tiraya Marina (MAM)	12°03'10"N 69°51'9"O	Una de 30m	Dos de 15×15m ²
TIB: Tiraya B (MAH)	12°01'53"N 69°51'15"O	Dos de 20m	Cuatro de 10×5m ²
TIA: Tiraya A (MArH)	12°02'05"N 9°50'48"O	Una de 10m	Una de 10×4m ²
TAC: Tacuato (MAchH)	11°41'21"N 69°49'58"O	Una de 30m	Cuatro de 5×5m ²

MAE: manglar arbóreo estuarino, MAM: manglar arbóreo marino, MAH: manglar arbóreo hipersalino, MArH: manglar arbustivo hipersalino, MAchH: manglar achaparrado hipersalino.

área basal promedio, se calculó mediante la ecuación

$$\text{DAP medio} = \sqrt{\text{AB}(12732,39/n)}$$

donde AB: área basal del rodal ($\text{m}^2/0,1\text{ha}$) y n: número de tallos presentes en $0,1\text{ha}$ (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1984).

Se calculó el índice de complejidad estructural (IC), establecido originalmente para bosques lluviosos y adaptado a manglares por varios autores (Pool *et al.*, 1977; Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1984, 1992). La regeneración del bosque se estimó mediante la identificación y conteo del número de plántulas ($\text{DAP} < 2,5\text{cm}$) de cada especie dentro de las parcelas de estudio; sin embargo, en los manglares de TIA y TAC se emplearon parcelas más pequeñas, de 4m^2 , debido a la alta densidad de plántulas observada.

Análisis de suelos

En cada parcela se recolectaron muestras de suelo a una profundidad entre 10 y 30cm mediante un barrenador. La densidad aparente fue obtenida de igual número de muestras por parcela, tomadas por medio de cilindros de PVC de dos pulgadas de diámetro (5,08cm) y 10cm de longitud. Para la estimación de la densidad aparente se empleó el método de cilindro-gravimetría (Porta *et al.*, 1999). Los suelos recolectados para determinar la textura y el pH, fueron secados al aire y tamizados ($< 2\text{mm}$) para obtener la fracción fina. Con esta fracción se determinó la textura por medio del método del hidrómetro (Bouyoucos; Day, 1965) y el pH del suelo, para el cual se empleó una suspensión de 1:5 suelo:agua destilada a temperatura ambiente (Chacón *et al.*, 2009).

Análisis de agua superficial

Se caracterizaron las variables fisicoquímicas en el agua. La salinidad se midió mediante un refractómetro manual (ATAGO-S/Mill), el oxígeno disuelto, pH y temperatura del agua por medio de una sonda portátil (OAKTON-serie300). Las medidas se realizaron en cada localidad desde 2004 hasta 2007.

Análisis de datos

Se realizaron análisis de regresión lineal entre las principales variables que definen la estructura del manglar (altura y AB) y las localidades seleccionadas, con el fin de describir la tendencia a lo largo del gradiente de

TABLA II
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LOS MANGLARES ESTUDIADOS

Variable	BR	TIM	TIB	TIA	TAC
Nº total ind/0,1ha	186 ±33	180 ±20	75 ±22	225	1670 ±275
Nº ind vivos/0,1ha	129 ±27	180 ±20	75 ±22	225	1670 ±275
Nº ind muertos/0,1ha	58 ±11	0	0	0	0
AB vivos $\text{m}^2/0,1\text{ha}$	3,7 ±0,8	2,8 ±0,9	0,7 ±0,06	0,5	1,1 ±0,1
Altura media (m)	5,8 ±0,4	5,0 ±0	6,2 ±0,2	5,0 ±0	1,5 ±0,1
Altura máxima (m)	12	6	7	5	3,5
DAP medio vivos (cm)	19,8 ±2,9	13,9 ±1,7	11,8 ±1,8	5,3	2,9 ±0,2
Nº troncos vivos/ 0,1ha	208 ±54	233 ±47	105 ±22	350	2220 ±246
Nº total de especies	4	2	1	1	2
Nº plántulas Rm/100 m^2	0	21 ±8	7 ±5	142 ±87	1706 ±04
Nº plántulas Ag/100 m^2	0	0	0	0	131 ±50
Índice de complejidad	22,91	6,05	0,37	0,56	12,86

Valores promedios ±error estándar. BR: Boca de Ricoa, TIM: Tiraya Marina, TIB: Tiraya B, TIA: Tiraya A, TAC: Tacuato. IC: Nº especies × densidad (vivos) × AB × altura máxima $\times 10^{-3}$. Rm: *Rhizophora mangle*, Ag: *Avicennia germinans*.

bosques de manglares estudiado. De igual manera, se estudió la relación entre el AB y la altura del manglar, y las variables fisicoquímicas del agua (salinidad, oxígeno disuelto y pH). Se comprobó la homocedasticidad y normalidad de los residuos. Los análisis de regresión se realizaron por medio del programa Sigma Plot 11.0.

Resultados

Estructura de los manglares

El manglar estuarino, ubicado en la porción continental del estado Falcón, es un manglar mixto conformado por tres especies de mangle: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* y una especie introducida, *Cocos nucifera* L. (cocoetero). La especie dominante es *L. racemosa*, con una densidad relativa de 84%, seguida por *A. germinans* (13%). El resto de las especies presentaron densidades muy bajas ($< 2\%$). Este manglar presentó un área basal (AB_{vivos}) de $3,7\text{m}^2/0,1\text{ha}$ y un DAP medio (vivos) de 19,8cm. La altura máxima fue de 12m, alcanzada por un ejemplar de *L. racemosa*; fue aquí en donde se registraron las mayores alturas y el mayor índice de complejidad (IC) entre los manglares evaluados (Tabla II). Se observaron árboles talados, lo cual sugiere intervención humana. Los árboles muertos (por tala o por causas naturales) representaron el 31% del total de individuos. Un aspecto significativo es que no se detectó regeneración del manglar, ya que no se observaron plántulas, ni juveniles.

Entre los manglares ubicados al noreste de Paraguaná, se encuentra un manglar (TIM) arbóreo mixto tipo franja (*sensu* Lugo y Snedaker, 1974) conformado por *R. mangle* y *L.*

racemosa. La especie dominante fue *R. mangle*, con una densidad relativa de 79%. Este manglar presentó un AB_{vivos} de $2,8\text{m}^2/0,1\text{ha}$, un DAP medio (vivos) de 13,9cm, y un IC= 6. La altura del dosel fue de 5m y se evidenció un segundo estrato de juveniles, conformado por ejemplares de *L. racemosa* con una altura promedio de 1,5m. En este manglar no se registraron individuos muertos, aunque es una zona usada por los pescadores y se han observado residuos sólidos (mecates, bolsas de plástico) entre las raíces. La regeneración del bosque fue baja en relación a otros manglares de la península (Tabla II).

Dentro de la laguna hipersalina de Tiraya se estudiaron dos zonas que corresponden a manglares tipo franja. Una de ellas está ubicada en la región noroeste de dicha laguna (TIB), donde se encuentra un manglar arbóreo con una altura promedio de 6,2m, dominado (100%) por *R. mangle*. La otra zona, ubicada al noreste de la laguna (TIA), exhibe individuos arbustivos de *R. mangle* con una altura media de 5m. La regeneración en estos rodales de la laguna fue variable, siendo baja en TIB y mayor en TIA (Tabla II). El AB_{vivos} fluctuó entre una media de 0,5 y $0,7\text{m}^2/0,1\text{ha}$, y el DAP medio (vivos) entre 5,3 y 11,8cm.

La quinta localidad estudiada (TAC) es un manglar mixto, achaparrado, de laguna hipersalina, conformado por las especies *R. mangle* y *A. germinans*. Presenta una altura media de 1,5m, y una altura máxima de hasta 3,5m, alcanzada por un ejemplar de *R. mangle*, especie que dominó con una densidad relativa de 88%. En este manglar se cuantificó una densidad de troncos vivos $> 2000\text{troncos}/0,1\text{ha}$. Este manglar y el arbustivo de la laguna hipersalina de Tiraya (TIA) fueron los que

TABLA III
PROPIEDADES DEL SUELO Y AGUA*

Variable	BR	TIM	TIB	TIA	TAC
Suelo					
Densidad aparente (g·cm ⁻³)	0,81 ±0,08	0,40 ±0,08	0,79 ±0,08	0,91 ±0,08	0,59 ±0,08
pH	6,88 ±0,23	6,91 ±0,23	8,30 ±0,23	8,06 ±0,23	7,77 ±0,23
% arcillas	59,0	19,5	23,8	22,3	61,9
% limos	29,7	27,2	22,5	31,9	24,6
% arenas	11,3	53,3	53,8	45,8	13,5
Textura	Arcillosa	FAR	FAR	FAR	Arcillosa
Agua					
Temperatura (°C)	28,16 ±0,49	28,72 ±0,47	32,58 ±0,47	29,92 ±0,49	28,69 ±0,47
Salinidad (‰)	7,51 ±1,12	38,59 ±1,06	40,30 ±1,06	39,00 ±1,06	44,04 ±1,06
Oxígeno disuelto	7,40 ±0,52	8,28 ±0,52	7,51 ±0,52	8,30 ±0,52	4,99 ±0,52
pH	8,22 ±0,08	8,09 ±0,08	8,19 ±0,08	8,23 ±0,08	7,89 ±0,08

* Valores promedio ±error estándar.

FAR: franco arcillo arenosa. BR: Boca de Ricoa, TIM: Tiraya Marina, TIB: Tiraya B, TIA: Tiraya A, TAC: Tacuato

mostraron la mayor densidad de troncos vivos (Tabla II). A pesar de que el manglar achaparrado hipersalino (TAC) presentó las menores alturas, el IC no fue el más bajo, debido principalmente a la alta densidad de troncos vivos presentes. La regeneración potencial del bosque del manglar achaparrado, fue la más alta entre los manglares evaluados, las plántulas predominantes fueron de *R. mangle* y no se detectaron individuos muertos. En general los manglares evaluados en Paraguaná no presentaron individuos muer-

tos. El AB_{vivos} y DAP medio (vivos) de éstos manglares de laguna hipersalina fueron los más bajos, encontrándose valores cercanos a 1m²/0,1ha de AB y entre 11,8 y 2cm de DAP medio (Tabla II).

Condiciones fisicoquímicas del suelo y agua

La textura arcillosa predominó en los suelos del manglar arbóreo estuarino y del achaparrado de laguna hipersalina. En el resto de los

manglares prevaleció la textura franco arcillosa arenosa (Tabla III). Otra propiedad física del suelo, la densidad aparente, mostró los menores valores en el manglar arbóreo de franja (TIM) y en el achaparrado de laguna hipersalina (TAC), lo cual refleja una mejor porosidad y circulación de aire y agua en éstos. Los suelos más compactados y con menor capacidad de circulación de aire y agua fueron los del manglar arbustivo de laguna hipersalina (TIA). El pH de los suelos fluctuó entre una media de 6,88 ±0,23 para el manglar estuarino y 8,30 ±0,23 en el manglar arbóreo hipersalino (TIB). Respecto a la salinidad del agua, los máximos se alcanzaron en el manglar achaparrado hipersalino (TAC: 50‰ en el mes de abril) y los mínimos en la desembocadura del río Ricoa (BR) donde se registró una amplia fluctuación (1,5-42‰). El máximo de salinidad sólo se presentó en una oportunidad, cuando la boca del río se abrió y permitió la comunicación con el mar durante el período de lluvias (2005). Los niveles de oxígeno disuelto y pH en el agua estuvieron dentro del intervalo natural esperado para el agua de mar (Nybakken, 2001).

Descripción del gradiente estructural

El análisis de regresión demostró la existencia de un gradiente en el AB y la altura máxima del manglar, variables éstas que disminuyen progresivamente desde el manglar estuarino hacia el manglar achaparrado de laguna hipersalina (Figura 2). La altura media también mostró una disminución progresiva a través de las localidades evaluadas expresada por la relación $Y = 2,76 - 0,31X$ ($R^2 = 0,57$; $P < 0,001$; $gl = 275$). Se observó una relación inversa significativa entre la salinidad del agua y la altura máxima del manglar ($P < 0,001$; $F = 53,77$; $gl = 15$), y entre la salinidad y el AB ($P < 0,001$; $F = 21,61$; $gl = 15$), la cual indica que a mayor salinidad, menor altura del manglar y AB (Figura 2).

Discusión

La descripción de la estructura de un bosque incluye estimaciones de la composición de especies, diversidad, altura del árbol, diámetro a la altura del pecho, área basal, densidad de árboles, distribución de clases de edades y patrones de distribución espacial de las especies que lo componen (Smith, 1992). En rodales monoespecíficos, el área basal (AB) y la altura de los árboles ofrecen una buena aproximación de

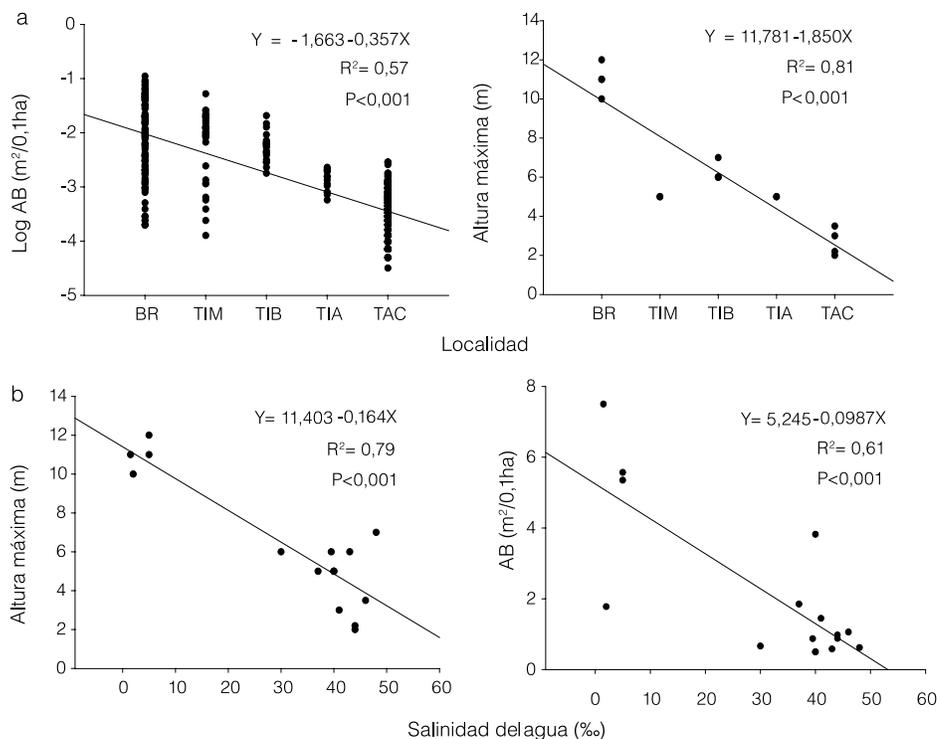


Figura 2. a: Tendencia del área basal (transformada a log AB m²/0,1ha) y altura máxima a lo largo de los manglares estudiados. b: Relación entre la altura máxima y AB, con la salinidad del agua.

BR: Boca de Ricoa (arbóreo estuarino), TIM: Tiraya Marina (arbóreo marino), TIB: Tiraya B (arbóreo hipersalino), TIA: Tiraya A (arbustivo hipersalino), TAC: Tacuato (achaparrado hipersalino).

la estructura de un bosque de manglar (Barreto, 2004).

Los resultados de este estudio muestran una relación inversa entre el AB, la altura del manglar y la salinidad del agua, observándose una disminución progresiva del AB y la altura, desde el manglar estuarino hacia el manglar achaparrado de laguna hipersalina, lo cual evidencia la existencia de un gradiente de complejidad estructural que es menos complejo en los manglares situados en ambientes extremos (menor pluviosidad y altas salinidades). Además, se observó una relación inversa significativa entre la salinidad del agua, el AB y la altura del manglar. La altura de la vegetación usualmente disminuye con el incremento en la salinidad y el decrecimiento en la disponibilidad de nutrientes (Lugo y Snedaker, 1974; Feller, 1995; Castañeda-Moya *et al.*, 2006); sin embargo, no se tiene información de la disponibilidad de nutrientes en los suelos de estos manglares, la cual deberá obtenerse en estudios futuros.

Las salinidades registradas en las localidades de la península de Paraguaná se encuentran por encima del valor de salinidad estándar del agua de mar (35‰); estos valores están asociados a tasas altas de evaporación y bajas de precipitación, típicas de la zona semiárida, aunado a la ausencia de descargas de cuerpos de agua dulce en dichas localidades. El pH y el oxígeno disuelto registrado en el agua se encuentran dentro del intervalo natural de valores determinados en el agua de mar, que en el caso del pH es de naturaleza ligeramente alcalina (Nybakken, 2001).

La estructura de los manglares está íntimamente relacionada con el ingreso de agua dulce por las lluvias y escorrentía superficial, variables que están relacionadas directamente con la salinidad del agua intersticial (Pool *et al.*, 1977; Barreto, 2004). La región donde se ubica el manglar estuarino presenta una mayor pluviosidad que las localidades de Paraguaná, con dos pulsos de precipitación anual. El aporte constante de agua dulce y sedimentos transportados por el río provenientes de zonas agrícolas río arriba, favorece la disponibilidad de nutrientes en la desembocadura. Los factores climáticos, geomorfológicos y ecológicos actúan controlando los niveles de recursos (nutrientes, espacio, luz), los tensores ambientales (pH, sulfuro, salinidad, potencial redox) en el suelo y el hidropotencial (frecuencia e intensidad de la inundación). La interacción entre éstos moldea definitivamente la estructura de los bosques de manglar (Twilley Rivera-Monroy, 2005).

Un reducido flujo de agua dulce a través del manglar, debido a una menor pluviosidad y ausencia de cuerpos de agua dulce, ocasiona una disminución en el ingreso de nutrientes, la acumulación de sales en el suelo y la existencia de altas salinidades (Pool *et al.*, 1977). Este es el caso de los manglares de la península de Paraguaná. Un buen ejemplo se encuentra en el manglar achaparrado de laguna hipersalina (TAC), zona que presenta la menor pluviosidad anual y donde no existen cuerpos de agua dulce que aporten nutrientes y ayuden a disminuir la salinidad. Además, en los manglares de lagunas hipersalinas evaluados, hay un efecto restringido de las mareas, a diferencia del manglar de franja marino (TIM) que es una zona abierta al mar, en la que se evidencia un flujo y reflujo periódico del agua de mar. Estas características climáticas y geomorfológicas influyen en los atributos estructurales registrados en los manglares hipersalinos bajo estudio, evidenciado por una disminución de la altura de los individuos, bajos valores del AB y el DAP medio, a medida que se incrementa la salinidad. Esto también se ha registrado en la isla de Martinica, donde en manglares que no presentan aportes de agua por escorrentía superficial se han estimado menores alturas y valores de AB, en relación a otros situados en lugares que sí presentan dicho aporte de agua (Imbert y Menard, 1997).

Los atributos estructurales obtenidos en los manglares de la península de Paraguaná, se encuentran dentro del intervalo hallado para manglares que crecen en climas secos y marcadamente estacionales (Pool *et al.*, 1977; Rivera-Monroy *et al.*, 1995). La literatura indica que los rodales menos complejos se encuentran en regiones áridas y semiáridas, donde se presenta una baja riqueza de especies, alta densidad de tallos, baja altura del dosel y del área basal (Pool *et al.*, 1977; Castañeda-Moya *et al.*, 2006). Los manglares de Paraguaná, ubicados en lagunas hipersalinas, fueron los de menor complejidad estructural con una alta densidad de individuos de diámetros pequeños, área basal $<3\text{m}^2/0,1\text{ha}$ y altura de los árboles que no sobrepasó los 7m, lo cual corrobora lo documentado en la literatura. Cabe resaltar que en los manglares de Paraguaná no se registró mortalidad de individuos, e incluso se evidenció, en ciertas zonas (TAC), una alta regeneración potencial del bosque, lo cual sugiere que es importante la evaluación de estos manglares en estudios a largo plazo, con la finalidad de monitorizar los cambios de cobertura, sobre

todo en estas zonas de condiciones ambientales extremas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las personas que colaboraron en la recolección de muestras en el campo, en especial a Isabel Villasmil y Eduardo Barreto. Este proyecto fue financiado por el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, proyecto: "Ecología poblacional e historias de vida de cangrejos de mangle" (N° 467).

REFERENCIAS

- Barreto MB (2004) Cambios espacio temporales de la salinidad y estructura del manglar en el Golfo de Cuare, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 24: 63-79.
- Castañeda-Moya E, Rivera-Monroy VH, Twilley RR (2006) Mangrove zonation in the dry life zone of the Gulf of Fonseca, Honduras. *Estuar. Coasts* 29: 761-764.
- Chacón N, Herrera I, Flores S, González JA, Nassar JM (2009) Chemical, physical, and biochemical soil properties and plant roots as affected by native and exotic plants in Neotropical arid zones. *Biol. Fertil. Soils* 45: 321-328.
- Cintrón-Molero G, Schaeffer-Novelli Y (1984) Methods for studying mangrove structure. En Snedaker S, Snedaker JG (Eds.). *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*. UNESCO. Paris, Francia. pp. 91-113.
- Cintrón-Molero G, Schaeffer-Novelli Y (1992) Ecology and Management of New World Mangroves. En Seeliger U (Ed.) *Coastal Plant Communities of Latin America. Part IV. The Mangrove Community*. Academic Press. San Diego, CA, EEUU. pp. 234-267.
- Conde JE (1990) *Ecología Poblacional del Cangrejo de Mangle Aratus pisonii (H. Milne-Edwards) (Brachyura: Grapsidae) en Hábitats Extremos*. Tesis. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela. 212 pp.
- Conde JE, Alarcón C (1993) Mangroves of Venezuela. Part I. En Lacerda LD (Ed.) *Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forests in the Latin American and African Regions*. ISME & ITTO. Okinawa, Japón. pp. 221-243.
- Day PR (1965) Particle fractionation and particle size analysis. En Black CA (Ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part I. American Society of Agronomy. Madison, WI, EEUU. pp 545-567.
- Duke NC, Ball MC, Ellison JC (1998) Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecol. Biogeogr.* 7: 27-48.
- Feller IC (1995) Effects of nutrient enrichment on growth and herbivory of dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*). *Ecol. Monogr.* 65: 477-505.
- Imbert D, Menard S (1997) Structure de la végétation et production primaire dans la mangrove de la Baie de Fort-de-France, Martinique (F.W.I.). *Biotropica* 29: 413-426.
- Jiménez JA (1990) The structure and function of dry weather mangroves on the Pacific

- coast of Central America with emphasis on *Avicennia bicolor* forest. *Estuaries* 13: 182-192.
- Lacerda LD, Conde JE, Kjerfve B, Álvarez-León R, Alarcón C, Polanía J (2002) American Mangroves. En Lacerda LD (Ed.) *Mangrove Ecosystems, Function and Management*. Springer. Berlín, Alemania. pp. 1-62.
- Lugo AE, Snedaker SC (1974) The ecology of mangroves. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 39-63.
- Minamb (2004) *Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica*. DGSI-CASV. División de Hidrología y Meteorología. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Caracas, Venezuela.
- Nybakken JW (2001) *Marine Biology: An Ecological Approach*. 5th ed. Addison Wesley Longman. Menlo Park, CA, EEUU. 516 pp.
- Pannier F, Pannier R (1989) Manglares de Venezuela. *Cuadernos Lagoven*. Lagoven. Caracas, Venezuela. pp. 69-75.
- Pool DJ, Snedaker SC, Lugo AE (1977) Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica* 9: 195-212.
- Porta J, López-Acevedo M, Roquero C (1999) *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente*. 2^a ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 208 pp.
- Rivera-Monroy VH, Day JW, Twilley RR, Vera-Herrera F, Coronado-Molina C (1995) Flux of nitrogen and sediments in a fringe mangrove forest in Terminos Lagoon, Mexico. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 40: 139-160.
- Smith TJIII (1992) Forest structure. En Robertson AI, Alongi DM (Eds.) *Tropical Mangrove Ecosystems*. American Geophysical Union, Washington, DC, EEUU. pp: 101-136.
- Twilley RR, Snedaker SC, Yáñez-Arancibia A, Medina E (1996) Biodiversity and ecosystem processes in tropical estuaries: Perspectives of mangrove ecosystems. En Mooney HA, Cushman JH, Medina E, Sala OE, Schlyue ED (Eds.) *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective*. Wiley. Nueva York, EEUU. pp. 327-370.
- Twilley RR, Rivera-Monroy VH (2005) Developing performance measures of mangroves wetlands using simulation models of hydrology, nutrient biogeochemistry and community dynamics. *J. Coast. Res.* 40: 79-93.

CHARACTERIZATION OF MANGROVES FROM SEMI-ARID ZONES IN NORTHWESTERN VENEZUELA

Beatriz López, María Beatriz Barreto and Jesús Eloy Conde

SUMMARY

Mangrove structure is shaped by a combination of climatic, geomorphologic and ecological factors. The structural attributes of five mangrove forests in different environments (estuarine, marine and hypersaline) were evaluated in Falcon State, Venezuela, in October 2007, and related to soil and surface water physico-chemical properties. Floristic composition, stem diameter at breast height (DBH), number of seedlings and live stems, and height of adult trees were registered in plots parallel to the coastline. Basal area (BA), maximum and mean height, median DBH, and individual density were also calculated. Physico-chemical properties of surface water (salinity, temperature, pH, dissolved oxygen) and soil (salinity, pH, texture, bulk density) were measured. Rhizophora mangle was the dominant species in all mangrove environments, except in the estuarine

mangrove, where Laguncularia racemosa was dominant. The maximum height (12m) was observed in a L. racemosa specimen. Lower heights of adult trees (mean 1.5m) and maximum stem density (2220ind/0.1ha) were measured at the hypersaline and scrub mangrove. BA and height decreased progressively from the estuarine to the hypersaline mangrove. An inverse relationship was found ($P < 0.001$) between BA and salinity ($R^2 = 0.6$), and between height and salinity ($R^2 = 0.8$), which reveals a gradient of structural complexity partially explained by increasing salinity. The low rainfall and lack of direct fresh water surface runoff in the Paraguaná Peninsula can be associated to a reduction of nutrient inputs and accumulation of salts in the soil, factors that contribute to shape the structural attributes exhibited by these mangroves.

CARACTERIZAÇÃO DOS MANGUEZAIS DE ZONAS SEMIÁRIDAS NO NOROESTE DA VENEZUELA

Beatriz López, Maria Beatriz Barreto e Jesús Eloy Conde

RESUMO

A estrutura de manguezais é moldada pela combinação de fatores climáticos, geomorfológicos e ecológicos. Avaliou-se a estrutura de cinco bosques de manguezal em distintos ambientes (estuarino, marinho, hipersalino) e foi relacionada com as características físicas e químicas da água e solos no estado Falcón, Venezuela, em outubro 2007. A composição florística, diâmetro na altura do peito (DAP), número de plântulas e troncos vivos, e a altura dos indivíduos foram registrados em lotes paralelos à costa. Calculou-se a área basal (AB), DAP médio, altura média e máxima das árvores, e densidade de indivíduos. Foram examinadas variáveis físico-químicas da água (salinidade, temperatura, oxigênio e pH) e do solo (salinidade, pH, textura e densidade aparente). A espécie predominante foi Rhizophora mangle L. exceto no manguezal estuarino onde domi-

nou Laguncularia racemosa (L.). A máxima altura (12m) foi observada em um exemplar de L. racemosa. As menores alturas (média 1,5m) e máxima densidade de troncos (2220ind/0,1ha) foram encontradas no manguezal atarracado hipersalino. Os solos com maior arejamento e drenagem foram os do manguezal marinho. AB e altura diminuíram progressivamente do manguezal estuarino ao hipersalino atarracado, e se comprovaram relações inversas ($P < 0,001$) entre AB e salinidade ($R^2 = 0,6$), e altura e salinidade ($R^2 = 0,8$), o que revela uma gradiente de complexidade estrutural associado à salinidade da água. Os atributos estruturais dos manguezais da península de Paraguaná estão no intervalo de valores registrados para manguezais de clima seco e marcadamente estacional, com aportes de água doce restringidos ao período de chuvas.