

## Asociaciones vegetales en el manglar de la Barra de Santiago, Ahuachapán, El Salvador

Oscar Armando Molina Lara y Rhina Esmeralda Esquivel

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

(Rec. 13-IX-1991. Acep. 23-IX-1992)

**Abstract:** A mangrove swamp was studied (Sep. – Dec. 1986) at Barra de Santiago Ahuachapán, El Salvador. Twenty stations of 1000 m<sup>2</sup> each were sampled. A random stratified square method was used with four quadrants of 250 m<sup>2</sup> for each station. The analysis included floristic arboreal composition, structural development and zonation pattern. In agreement with the analysis of conglomerates, the identified specimens represent five associations. *Rhizophora racemosa* and *Rhizophora mangle* form the outer margin of the subtidal region in continuously submerged zones. This is followed by associations of *Avicennia germinans* and *R. racemosa* in regions near and at a distance from the canal with intermediate inundations. After these are the associations of *Avicennia bicolor* and *A. germinans* in non-inundated zones without mud. Finally there are associations of *Laguncularia racemosa* and *A. germinans* in regions totally removed from the canals. The productivity of vegetation of the mangrove swamps in terms of the basal area was 30 m<sup>2</sup>/ha with average heights between 7.3 ± 2 m and 18 ± 6.3 m.

**Key words:** mangrove, zonation, productivity, El Salvador.

Los manglares están formados por un conjunto de especies de árboles, arbustos, algunos bejucos y por lo menos tres helechos que se desarrollan en áreas inundadas periódicamente por las mareas en las costas de ciertas regiones tropicales y subtropicales (Lugo y Snedaker 1974, Wolanski y Boto 1990).

Desde el punto de vista de la utilización de sus recursos, representa un ejemplo típico de producción múltiple por sus productos forestales, producción de detritus, formación de suelo y hábitat para muchas especies de moluscos y crustáceos, así como una gran variedad de vertebrados y otros invertebrados (Aksornkoae 1983, Dawes 1986).

Los principales productores primarios del ecosistema manglar lo constituyen la vegetación arbórea, donde se estima que la producción primaria de árboles por unidad de superficie es aproximadamente siete veces mayor que la del fitoplancton costero (Christensen 1983). Sin embargo, muchos otros autores han encontrado mayor productividad

en macrófitas sumergidas en diferentes sitios de humedales (Lee 1990).

En El Salvador, el área total de bosques salados es de 33000 ha correspondiendo a la Barra de Santiago una extensión aproximada de 1980 ha, o sea, un 5.92 % del área total (Castillo 1980).

La utilización del manglar en El Salvador ha estado asociada con la satisfacción de muchas necesidades básicas de la creciente población humana. En la actualidad, agencias gubernamentales permiten la extracción de 30000 m<sup>3</sup> de madera manglar/año (Castillo 1980, Miranda 1983). En Centro América, cantidades considerables de madera para carbón, postes, leña y árboles maderables se extraen de estos bosques (Jiménez 1988).

En el presente trabajo se hace un análisis de algunos aspectos de la composición, biomasa, desarrollo estructural y patrones de zonación espacial en el manglar de la Barra de Santiago, El Salvador.

MATERIAL Y METODOS

Cuando se realizó el muestreo de campo en 1986 no se hizo diferenciación en las mediciones de *R. racemosa* y *R. mangle* por falta de criterios taxonómicos. Una verificación de campo (1992), nos permitió comprobar la existencia de estas dos especies con base en los criterios taxonómicos descritos por Jiménez (1987).

El estudio se realizó en los meses de setiembre a diciembre de 1986 en la Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, costa

pacífica de Centro América (Fig.1). Se delimitan dos estaciones anuales, una lluviosa de mayo a octubre, con precipitaciones entre 170-400 mm y otra seca de noviembre a abril (Servicio Meteorológico Nacional de El Salvador 1986). La zona de la Barra de Santiago recibe influencia de agua dulce de seis riachuelos que drenan una cuenca de aproximadamente 16 km<sup>2</sup>, y se caracteriza por la presencia de un canal principal de aproximadamente 400 m de ancho promedio, extendiéndose desde la bocana el Zapote hasta 5 km hacia el Este (Fig.1).

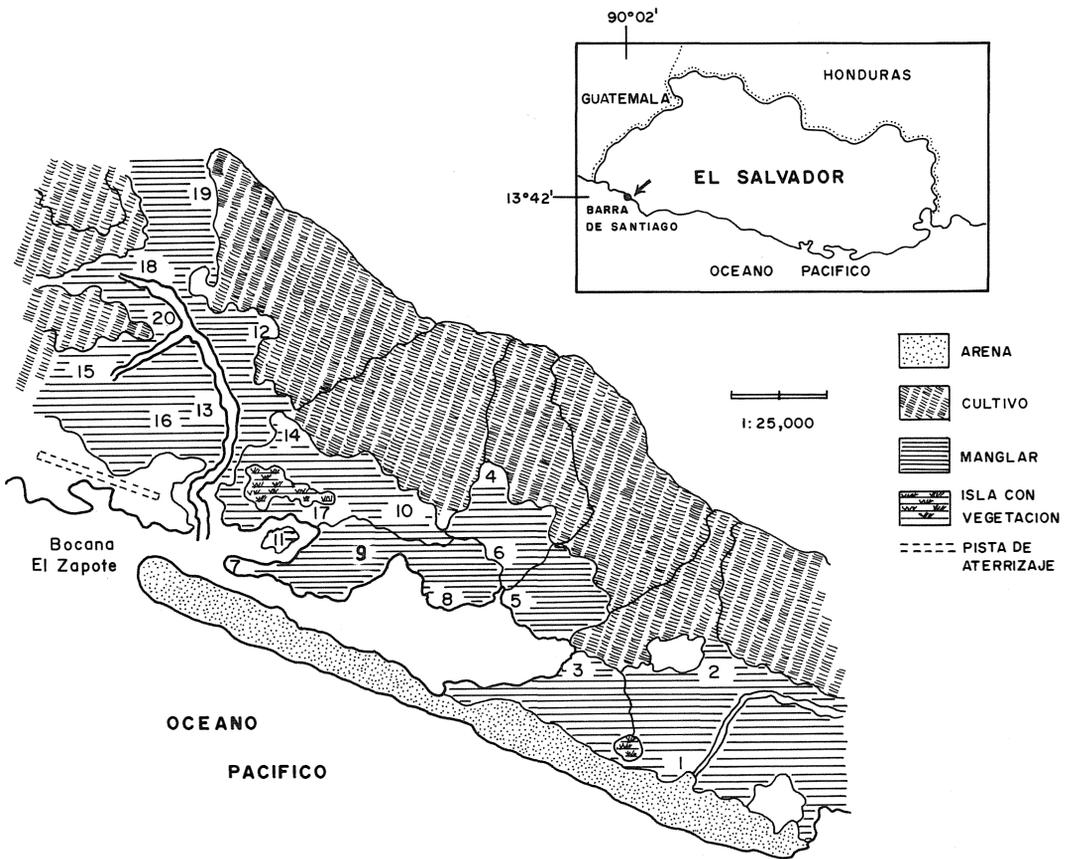


Fig. 1. Localización de las estaciones de muestreo en la Barra de Santiago, El Salvador, 1986.

Para la recolección de datos cuantitativos de la composición y estructura de la vegetación arbórea, se utilizó el método del cuadrado estratificado al azar (cuadrados de 25 m x 10 m) como unidad de registro (Snedaker y Snedaker 1984). Con tablas de números aleatorios se lo-

calizó 20 estaciones de muestreo, cada una de ellas de 1000 m<sup>2</sup> (unidad de muestreo) por zona. En cada estación se muestrearon 4 cuadrados, anotándose para cada uno: especies de árboles presentes, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura aproximada de cada individuo.

Con un barreno se obtuvo tres muestras de sedimento por cada zona, a 0-15 cm; 15-30 cm y 45-60 cm de profundidad. A cada muestra de sedimento se le estableció su textura y contenido de materia orgánica mediante el método del hidrómetro de Bouyoucos y Walkley-Black (Raul 1974).

Para el análisis de datos se utilizó el índice de similitud de Sorensen para cada par de estaciones (Mueller-Dumbois y Elleberg 1974). El índice de disimilitud se usó para determinar la distancia espacial entre cada estación a lo largo de un par de ejes de coordenadas. Estos índices fueron transcritos a una matriz de correlación, en donde se determinó los dos más disímiles; siendo ambos los puntos terminales o de referencia del eje X. Para la colocación de los puntos del eje Y se identificaron por medio de valores de bondad de ajuste (Mueller-Dumbois y Elleberg 1974). Como método comprobatorio del grado de ordenamiento unidimensional y bidimensional de las comunidades en el espacio se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (Rosales 1982).

## RESULTADOS

En las 20 estaciones muestreadas se midieron un total de 1288 árboles (promedio 64 por estación). Tuvieron mayor número de individuos, *Rhizophora racemosa* y *R. mangle*, seguidos por *Avicennia germinans*, *A. bicolor*, *Laguncularia racemosa* y con un menor número *Conocarpus erectus* (Cuadro 1).

Los valores del Índice de Similitud (I.S) son muy afectados por el nivel de inundación, los valores mayores correspondieron a las estaciones 6, 7, 11, 13 y 15 (Fig. 2), las cuales están constantemente inundadas por la acción de las mareas. Hubo bajos I.S en las estaciones 12, 18, 19 y 20, más alejadas de los canales con inundaciones estacionales (Fig.1).

En el cuadro 2 se exponen las 5 asociaciones de especies arbóreas. En seis estaciones *R. ra-*

*cemosa* y *R. mangle* resultó dominante; las características hidrológicas allí incluyen abundante fango e inundación constante. *R. racemosa* y *A. germinans* se encontraron en cuatro estaciones como dominante y codominante respectivamente, en zonas alejadas de los canales con inundaciones intermedias y con un mayor contenido de materia orgánica que en las demás asociaciones. Para la especie *R. racemosa* los suelos óptimos fueron los de mayor porcentaje de limo y cantidades similares de arena y arcilla, ya que en ellos la especie alcanza una altura promedio de  $18 \pm 6.3$  m y un diámetro promedio de  $90 \pm 20$  cm. Sin embargo, las otras especies con alturas mínimas de  $7.3 \pm 2$  m están fuertemente adaptadas a suelos con mayor porcentaje de limo y arena, y una menor cantidad de arcilla.

El área basal en la Barra de Santiago fue de  $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ , en relación directa con una mayor densidad de individuos y acción de las mareas y con un menor grado de inundación por las escorrentías (Cuadro 3).

Las asociaciones de la Fig. 3 sigue un ordenamiento bidimensional, calculado mediante rutinas para los ejes X y Y con ordenamiento polar indirecto.

Se identificaron cinco asociaciones cuya composición florística y dominancia está determinada por factores físicos; en donde *R. racemosa* y *R. mangle* forma el margen exterior de la región submareal en zonas constantemente inundadas, seguido por asociaciones de *A. germinans* y *R. racemosa* en zonas próximas alejadas de los canales con inundaciones intermedias. Detrás de éstas están las asociaciones de *A. bicolor* y *A. germinans* en zonas no inundadas, sin fango; por último encontramos asociaciones de *L. racemosa* y *A. germinans* en zonas totalmente alejadas de los canales (Fig. 4).

Se encontró una correlación positiva ( $r = 0.98$ ); entre la zonificación de los árboles, el grado de inundación y la naturaleza del sustrato. Esta fue altamente significativa en ambos parámetros ( $t = 14$ ,  $gl = 9$ ,  $p < 0.05$ ).

CUADRO 1

Número de árboles por estación, realizado en el bosque salado de la Barra de Santiago, unidad de muestreo 0.1 ha, El Salvador. 1986

Estaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	total
<i>Rhizophora racemosa</i> y <i>R. mangle</i> "mangle"	49	27	34	62	53	22	28	37	48	19	28		28	17	30	44	69	1	1		597
<i>Laguncularia racemosa</i> "sincahuite"				1		3				1	1				6	27		11	7	14	71
<i>Avicennia germinans</i> "istaten"			2	14		28	36			33	28	27	34	29	19	12	13	78	102	85	540
<i>Avicennia bicolor</i> "madresal"												45	3	29			1				78
<i>Conocarpus erectus</i> "botoncillo"							2														2
Total	49	27	36	77	53	53	66	37	48	53	57	72	65	75	55	83	83	90	110	99	1288

Nota: En estos resultados, no existe diferenciación en las mediciones de *Rhizophora racemosa* y *R. mangle* por falta de criterios taxonómicos en su clasificación. En verificación de campo (1992) y en trabajos posteriores nos permitió comprobar la existencia de estas dos especies con base en los criterios morfológicos descritos por Jiménez (1987).

I.S.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
		**	**	**	++	//	//	++	++	XX	//	::	//	XX	//	**	**	::	::	::	
			++	//	++	//	//	++	**	//	**	::	//	XX	**	//	//	::	::	::	
				**	**	//	//	++	++	//	**	::	//	XX	**	**	**	::	::	::	
					++	//	//	**	**	//	**	::	//	//	**	**	++	::	::	::	
						//	//	++	++	**	//	::	//	XX	//	**	**	::	::	::	
							++	//	//	++	++	//	++	**	++	//	//	//	XX	//	
								//	//	++	++	XX	++	**	**	//	//	//	//	//	
									++	//	//	::	//	XX	**	**	**	::	::	::	
										XX	//	::	//	XX	//	**	**	::	::	::	
											+	//	++	**	**	//	//	//	//	//	
												//	++	**	++	//	//	//	XX	XX	
													//	**	XX	::	::	XX	XX	XX	
														**	**	//	//	//	XX	XX	
															//	XX	XX	XX	XX	XX	
																**	**	XX	XX	XX	
																	**	XX	XX	XX	
																		::	::	::	
																			++	++	
																				++	

::	0-20
XX	21-40
//	41-60
**	61-80
++	81-100

Fig. 2. Índice de similitud, utilizando índice de Gleason, para 20 estaciones de vegetación arbórea del manglar "Barra de Santiago". El Salvador, 1986.

CUADRO 2

Asociaciones de especies arbóreas de la Barra de Santiago, El Salvador. 1986

Asociación	1	2	3	4	5
Núcleos	1,2,3,5,8 y 9	4,15,16 y 17	6, 7, 10, 11,13 y 14	12	18, 19 y 20
Especie dominante	<i>Rhizophora racemosa</i> y <i>R. Mangle</i>	<i>Rhizophora racemosa</i> y <i>R. Mangle</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Avicennia bicolor</i>	<i>Avicennia germinans</i>
Especie codominante		<i>Avicennia germinans</i>	<i>Rhizophora racemosa</i> y <i>R. mangle</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>
Características físicas (hidrológicas)	Zona fangosa constantemente inundada	Zona alejada de los canales con inundación intermedia	Zona próxima a los canales con inundación intermedia	Zona no inundada, sin fango (isla)	Zona totalmente alejada de los canales
Textura del suelo	Franco-limoso y Franco-arcilloso	Franco y arena franca	Franco	Franco-arenoso	Arcilloso y Franco-limoso
% de materia orgánica	5.19	19.67	7.21	5.55	6.87

CUADRO 3

Áreas basales ( $m^2/10.1$  ha) de cada una de las estaciones de la vegetación arborea del manglar de la Barra de Santiago, El Salvador, 1986

Estaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total	
Arboles																						
<i>Rhizophora racemosa</i> y <i>R. mangle</i>	2.5	2.6	2.7	2.7	2.7	0.5	0.4	2.2	2.8	0.7	0.8	-	1.9	1.5	0.7	1.5	2.1	0.2	0.01	-	28.51	
<i>Lagunucularia</i> <i>racemosa</i>	--	-		0.01	-	0.07	-	-	-	0.01	0.01	-	-		0.04	0.4	-	0.1	0.06	0.1	0.80	
<i>Avicennia germinans</i>	--		0.02	0.4	-	0.9	0.95	-	-	1.9	0.5	5.6	1.8	1.9	1.1	0.3	0.5	4.3	4.3	3.9	28.37	
<i>Avicennia bicolor</i>	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.1	0.8	-	-	0.01	-	-	-	2.21	
<i>Conocarpus erectus</i>	--	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	
Total	2.5	2.6	2.72	3.11	2.7	1.47	1.38	2.2	2.8	2.61	1.31	6.9	3.8	4.2	1.84	2.2	2.61	4.6	4.37	4.0	59.92	

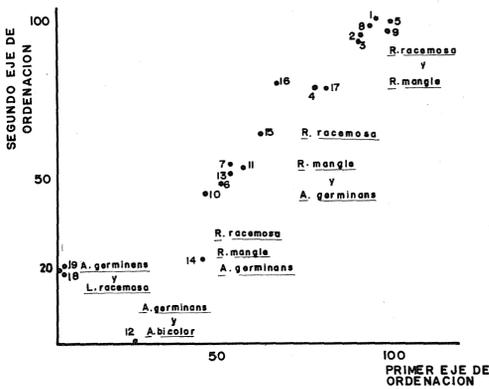


Fig. 3. Ordenamiento bidimensional de la vegetación arbórea de la Barra de Santiago, El Salvador, 1986. Los números corresponden a las estaciones de muestreo.

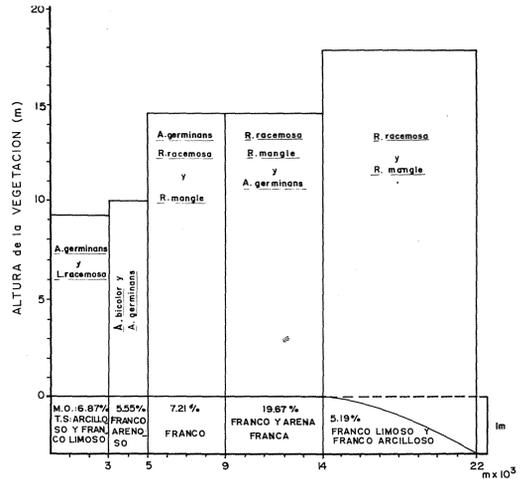


Fig. 4. Altura y distribución de la vegetación en relación con el grado de inundación y la naturaleza del substrato. Manglar de la Barra de Santiago, El Salvador, 1986. M.O = materia orgánica. T.S = tipo de substrato.

## DISCUSION

Estos resultados concuerdan con los de Thom (1967) y Dawes (1986), quienes mencionan que en manglares drenados por ríos y con abundante precipitación pluvial, la salinidad simplemente es un factor limitante competitivo con las plantas de agua dulce y no determinante de la zonación, siendo la naturaleza del substrato y los efectos de las mareas los principales parámetros que determinan esta característica.

La vegetación de manglar estudiada es afectada por las condiciones edáficas, siendo común una reducción en altura y área basal conforme se aumenta la distancia a los canales; esta característica notable es evidente en las especies de *Rhizophora*, representada a veces por un solo individuo/estación en zonas alejadas de los canales, con suelo arcilloso o franco-limoso y con un 7 % de materia orgánica. En contraste, los sitios constantemente inundados o con inundación intermedia tenían hasta 69 individuos/estación, con suelo franco-limoso y franco-arcilloso y un máximo contenido de materia orgánica (20 %).

Para las especies de *Avicennia* se registraron de uno a 102 individuos/estación. Los valores mínimos se encuentran en sitios dominados por las especies de *Rhizophora* y las mayores den-

sidades en zonas alejadas de los canales y con poca inundación.

Las áreas basales se encuentran entre las correspondientes a la costa Pacífica de Costa Rica, donde éstas son de 29-37 m<sup>2</sup>/ha con árboles que usualmente sobrepasan los 25 m (Jiménez y Soto 1985). Para los manglares del Ecuador se informaron áreas basales de 15.6 a 43.5 m<sup>2</sup>/ha (Morgan 1980, citado por Schaeffer-Novelli 1983).

El principal factor que afecta la disminución de área basal en los manglares de las costas salvadoreñas y principalmente en la Barra de Santiago, sigue siendo la tala indiscriminada de árboles de manglar permitida por agencias gubernamentales. Asociado a esto se encuentra la deforestación por parte de la población creciente que sobrevive de estos ecosistemas, ocupando la madera como su principal producto energético y para la construcción de sus viviendas. Este ataque constante produce cambios drásticos en la cantidad de iluminación, temperatura, características del suelo y comunidades bióticas.

Otro de los factores que afectan la productividad (área basal) en la Barra de Santiago ha sido inducido por tensores naturales, como el huracán que azotó las costas en setiembre de 1982. Además, hay otros factores artificiales como construcción de rebordes y aislamiento

de canalizaciones, cuyo impacto se puede comparar con lo expresado por Lugo *et al.* (1978), quienes afirman que los tensores naturales y artificiales determinan un desequilibrio en la densidad de componentes bióticos en forma exponencial.

Con respecto a *C. erectus*, una especie arbórea no vivípara, se encontró poca densidad, lo que concuerda con lo planteado por Mizrachi *et al.* (1980), quienes mencionan que los factores limitativos para *Conocarpus* se deben a su incapacidad de tolerar áreas bien drenadas y pobres en materia orgánica.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a José Antonio Vargas, Ricardo Soto y dos revisores anónimos por sus críticas y mejoras al manuscrito.

### RÉSUMEN

Se trabajó de setiembre a diciembre de 1986 en el manglar de la Barra de Santiago, departamento de Ahuachapán, El Salvador. Se muestreó 20 estaciones de 1000 m<sup>2</sup> cada una. Se utilizó el método del cuadrado estratificado al azar, muestreando cuatro cuadrantes de 250 m<sup>2</sup> en cada una de las estaciones. Se hizo un análisis de la composición florística arbórea, su desarrollo estructural, los patrones de zonación, y en términos de área basal, se estimó la cantidad de biomasa del manglar por unidad de superficie. De acuerdo con el análisis de conglomerados, las especies identificadas se encuentran distribuidas en cinco asociaciones. *Rhizophora racemosa* y *Rhizophora mangle* forma el margen exterior de la región submareal en zonas constantemente inundadas, seguido por asociaciones de *Avicennia germinans* y *R. racemosa* en zonas próximas y alejadas de los canales con inundaciones intermedias; después de éstas, están las asociaciones de *Avicennia bicolor* y *A. germinans* en zonas no inundadas, sin fango. Por último, se encontró asociaciones de *Laguncularia racemosa* y *A. germinans* en zonas totalmente alejadas de los canales. La productividad en términos de área basal de la vegetación de manglar fue 30 m<sup>2</sup>/ha con alturas promedios entre 7.3 ± 2 m a 18 ± 6.3 m.

### REFERENCIAS

- Aksornkoae, S. 1983. Ordenación de los ecosistemas de manglares del Sud Este asiático para uso múltiple. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 12 p.
- Castillo, D.L. 1980. Situación actual de los Bosques Salados en El Salvador. Dirección de Recursos Naturales y Renovables, San Salvador. 17 p.
- Christensen, B. 1983. Los Manglares. ¿para que sirven? Rev. Unasyiva 35 (139): 1-15.
- Dawes, C.J. 1986. Botánica Marina. Limusa, México D.F. 673 p.
- Jiménez, J.A. 1987. A clarification on the existence of *Rhizophora* species along the Pacific coast of Central America. Brenesia 28: 25-32.
- Jiménez, J.A. 1988. The dynamics of *Rhizophora racemosa* meyer, forest on the pacific coast of Costa Rica. Brenesia 30:1-12.
- Jiménez, J.A. & R. Soto. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la costa Pacífica de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 33:(1):25-37.
- Lee, S.Y. 1990. Primary productivity and particulate organic matter flow in an estuarine mangrove-wetland in Hong Kong. Mar. Biol. 106: 453-463.
- Lugo, A.E. & S.C. Snedaker. 1974. The Ecology of mangroves. An. Rev. Ecol. Syst. 5: 39-64.
- Lugo, A., G. Cintron & C. Goenaga. 1978. El ecosistema del manglar baja tensión, p. 1-40. In Invemar (ed.). Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Cali, Colombia.
- Miranda, E. 1983. Los manglares de El Salvador, p. 1-103. In I. Hutchinson, R. Romero & O. Flores (eds.). Proceedings of the seminar: Manejo Integrado de los Manglares. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Tegucigalpa, Honduras.
- Mizrachi, D.R., R. Pannier & F. Pannier. 1980. Assesment of salt resistance mechanisms as determinant physiological parameters of zonal distribution of mangrove species. Bot. Mar. 23: 289-296.
- Mueller-Dumbois, D. & H. ElleMBERG. 1974. Aims and Methods of vegetation Ecology. Wiley, Nueva York. 547 p.
- Raul, L.G. 1974. Métodos para Análisis Físicos y Químicos en suelos Agrícolas. Instituto de Investigaciones Desérticas, Univ. Autón. San Luis Potosí, México. 74 p.

- Rosales, V.M. 1982. Clasificación de sitios para teca (*Tectona grandis* L.S.) en plantaciones de la reserva forestal de Caparo, en base a criterios edáficos. Centro de Estudios Forestales de Post-grado, Fac. de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 114 p.
- Schaeffer-Novelli, Y. 1983. Inventario de los biorecursos del manglar en la costa ecuatoriana. UNESCO/ROSTLAC, Montevideo, Uruguay. 39 pp.
- Snedaker, S.C. & J.G. Snedaker. 1984. The Mangrove Ecosystem: Research Methods. United Nations Educational, Bungay, Gran Bretaña. 250p.
- Thom, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, México. J. Ecol. 55: 301-343.
- Wolanski, E. & K.G. Boto. 1990. Introduction: Mangrove Oceanography and Links with Coastal Waters. Est. Coast. Shelf Sci. 31(5): 503-504.