DISTRIBUCIÓN DEL MANGLAR EN CUATRO SISTEMAS LAGUNARES EN LA COSTA DE CHIAPAS, MÉXICO

CLAUDIA GABRIELA MONTES CARTAS¹, SILVIA CASTILLO ARGÜERO¹
Y JORGE LÓPEZ-PORTILLO²

¹Laboratorio de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. Tel. 5622-48-35 e-mail:mccg@minervaux2.fciencias.unam.mx. ²Departamento de Ecología Vegetal, Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México

Resumen. Se estudió la distribución de las agrupaciones de manglar en la costa de Chiapas mediante 177 cuadratos de 10m x 10m distribuidos en 16 sitios en los cuatro principales sistemas lagunares. La clasificación de los cuadratos por valores de abundancia permitió separar las muestras en ocho agrupaciones. Por otra parte, la ordenación de los cuadratos sintetizó alrededor del 73% de la varianza total de los datos en dos ejes principales. El primer eje está significativamente asociado a la salinidad medida en el campo ($r=-0.76$, g. l.=15, $p<0.001$); ésta disminuye de NO a SE como consecuencia de la cantidad del aporte fluvial. Se encontró que la altura de *Laguncularia racemosa* ($r=0.56$, g. l.=60, $p=0.0001$) y *Rhizophora mangle* ($r=0.59$, g. l.=124, $p=0.0001$), pero no en *Avicennia germinans* ($r=0.24$, g. l.=47, $p=0.09$), están inversamente asociadas con la salinidad y con el aporte de los sistemas riparios que drenan a los sistemas lagunares correspondientes.

Palabras clave: manglares, salinidad, clasificación, ordenación.

Abstract. Mangrove plant group distribution was studied along the Chiapas Coast by means of 177, 10m X 10m quadrats taken in 16 sites in the four most important lagoon systems. To classify the quadrats by importance values permitted us to distinguish eight mangrove groups. Around 73% of the total variance of the quantitative data was accounted by the first two principal axes in the ordination of quadrats. The first axis was significantly associated to the field salinity ($r=-0.76$, g. l.=15, $p<0.001$), which decreases from NW to SE as a consequence of the amount of water continental runoff. Finally, it was found that the height of *Laguncularia racemosa* ($r=0.56$, g. l.=60, $p=0.0001$) and *Rhizophora mangle* ($r=0.59$, g. l.=124, $p=0.0001$), but *Avicennia germinans* ($r=0.24$, g. l.=47, $p=0.09$), were inversely related with salinity concentration and with the contribution of freshwater from the drainage systems corresponding to each coastal lagoon system.

Key words: mangroves, salinity, classification, ordination.

Existe una clara asociación entre la fisonomía, la productividad y la distribución de los manglares con factores ambientales (Rützler, 1969; Pascuas, 1980; Blasco, 1991). En particular, la salinidad puede ser considerada como un indicador de variación en las características climáticas y edáficas de una determinada localidad (Soto y Jiménez, 1982), ya que las características salinas de cada lugar pueden modificarse debido a la precipitación local y al aporte de agua dulce por corrientes, tanto superficiales como subterráneas. Posiblemente el aporte por corrientes es más importante que la precipitación local en la reducción de la salinidad (Semeniuk, 1983; López-Portillo y Ezcurra, 1985; Flores-Verdugo *et al.*, 1987). La salini-

dad está frecuentemente asociada a la distribución y composición de las comunidades del manglar (Thom, 1967; Vázquez-Yanes, 1971; Pannier y Pannier, 1976; Cintrón *et al.*, 1980; de Pascuas, 1980; Bunt *et al.*, 1982; López-Portillo y Ezcurra, 1989a).

Los estudios realizados sobre manglares en México se han llevado a cabo principalmente en el Golfo de México (Vázquez-Yanes, 1971; Lot-Helgueras *et al.*, 1975; Menéndez, 1976; West, *et al.*, 1976; Rico-Gray, 1979; López-Portillo, 1982; Rico-Gray y Lot-Helgueras, 1983; López-Portillo y Ezcurra, 1985, 1989a, 1989b; Day *et al.*, 1988); mientras que son pocos los correspondientes a las costas del Pacífico (Miranda, 1952; Breedlove, 1981; Pool *et al.*, 1977; Instituto de Histo-

ria Natural, 1991; Valdez-Hernández, 1991; Flores-Verdugo, *et al.*, 1987, 1992; Ramírez-García y Segura-Zamorano, 1994). Es posiblemente en las costas de Chiapas y en particular en el sistema lagunar de La Encrucijada en donde los manglares de México alcanzan su mayor desarrollo en altura y riqueza de especies (Flores-Verdugo *et al.*, 1992; Ramírez-García y Segura-Zamorano, 1994). No obstante, no hay estudios descriptivos de otros sistemas lagunares del SO de la República. Este trabajo está encaminado en ese sentido, nos planteamos: 1] conocer la abundancia relativa y distribución de diferentes especies de manglar y otras halófitas en cuatro sistemas lagunares de la costa de Chiapas: Laguna Mar Muerto, La Joya-Buenavista, Carreta-Pereyra y La Encrucijada; 2] determinar la relación entre la distribución y la altura de las tres especies arbóreas de manglar con las características hidrológicas de dichas lagunas y 3] describir la fisonomía de los manglares en las localidades de interés.

Materiales y métodos

Área de estudio. La costa de Chiapas tiene una extensión de 280 km (Carranza-Edwards *et al.*, 1975) y su ancho varía de 12 a 30 km con una superficie aproximada de 5705.5 km², alargada y orientada de NO a SE. Es una costa de colisión con una llanura costera en desarrollo, de amplitud y talud moderadamente pronunciado (Carranza-Edwards *et al.* 1975), con sustrato principalmente de rocas calizas (López-Ramos, 1979). Los suelos varían en la cantidad de sales que

contienen y su textura puede ser desde arcillosa hasta arenosa (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981). El clima de la costa es cálido subhúmedo (García, 1981). Los meses lluviosos se presentan de mayo a octubre y la época de secas, muy marcada, es de noviembre a abril. La temperatura anual es de 28 a 29°C y la precipitación anual va de 900mm en Mar Muerto a 2636 mm en La Joya-Buenavista. Los ríos son numerosos, de longitud corta. El área de cuenca es en general pequeña, con un recorrido general de NO a SE (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1975). A pesar de ser numerosos, muchos de los ríos son estacionales (Centro de Ecodesarrollo, 1991) y sólo algunos conservan cierto caudal durante todo el año por lo que se les considera colectores generales (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1975) que descargan hacia el Océano Pacífico generalmente a través de barras (figura 1). De la extensión total antes mencionada, escogimos 16 sitios que abarcan una extensión de alrededor de 210 km y que representan cuatro sistemas lagunares (figura 1).

Muestreo de campo. La metodología utilizada se basa en el sistema fitosociológico que utiliza como unidad de muestreo el levantamiento (Westhoff y van der Maarel, 1978). Se realizaron 177 levantamientos en los 16 sitios indicados en la figura 1. Se midió la conductividad eléctrica con un conductímetro "Conductronic CL-8" y posteriormente se obtuvo la salinidad (como partes por mil) con la ayuda de una curva de calibración mediante diluciones sucesivas de una con-

Cuadro 1. Distribución de las agrupaciones del manglar en la Costa de Chiapas.

Agrupación	Sistemas lagunares															
	Mar Muerto				La Joya				Carreta		La Encrucijada					
									Sitios							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I <i>Rhizophora mangle</i> - <i>Sporobolus virginicus</i>	4															
II <i>Avicennia germinans</i> - <i>Batis maritima</i>	4		1				1									
III <i>Avicennia germinans</i>		5	5	2		5	1									
IV <i>Laguncularia racemosa</i>					6	6	3		2							
V <i>Avicennia germinans</i> - <i>Rizophora mangle</i>			3	3		6	6				1	2	3			
VI <i>Rhizophora mangle</i> - <i>Laguncularia racemosa</i>						2	9	15	4		1		1	2		
VII <i>Rhizophora mangle</i>		4	7			1	7		14	5	6	6	1	5	2	1
VIII <i>Rhizophora mangle</i> - <i>Pachira acuatica</i>														1	2	4

1) Balneario La Gloria, 2) Gloria, 3) Punta Flor, 4) Paredón; 5) Polka, 6) Joya, 7) Manguito, 8) Mosquito; 9) Carreta, 10) Zapotal; 11) Zacapulco, 12) Palmas-Garzas, 13) Barra, 14) Encrucijada, 15) Concepción, 16) Hueyate. Los números dentro del cuadro indican el número de levantamientos en cada sitio.

centración salina conocida. Si no era posible medir la conductividad *in situ*, la medición de conductividad se tomaba del estero más cercano. Dentro del levantamiento se asignó un valor de cobertura-abundancia a cada especie presente de acuerdo con la escala de Braun-Blanquet modificada por Westhoff y van der Maarel (1978). Se midieron las alturas de las especies presentes, entre ellas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Pachira acuatica*, *Batis maritima* y *Sporobolus virginicus*, y se distinguieron los siguientes estratos de altura: hasta 1 m, herbáceo, de 2 m a 3 m arbustivo y arbóreo de 3 m en adelante. Asimismo se realizaron observaciones generales en cada levantamiento. El muestreo de campo se realizó en febrero, abril y agosto de 1991.

Análisis de datos. El nombre de la especie y el valor de cobertura-abundancia de cada levantamiento se clasificaron y ordenaron (Gauch, 1982; Matteucci y Colma, 1982; Jongman *et al.*, 1987). Para la classifica-

ción se utilizó un método aglomerativo-politético no jerárquico mediante el programa FLEXCLUS, (Tongeren, 1986) utilizando un nivel de umbral de 0.5 para la separación de las agrupaciones. Para la ordenación se utilizó el análisis de correspondencias sin tendencia (Detrended correspondence analysis o DECORANA) (Hill, 1979). El paso posterior fue sobreponer las agrupaciones obtenidas de la clasificación a los puntajes obtenidos de la ordenación (Gauch, 1982), y asociar los ejes a las variables ambientales. Durante el análisis se excluyeron diez cuadros que correspondían, por la composición de especies, a zonas de borde entre la vegetación de manglar y dunas, matorral y selvas costeras. Esto último con la finalidad de delimitar mejor las agrupaciones.

Los datos hidrométricos se obtuvieron a partir de los gastos mensuales de los principales ríos que descargan en los sistemas lagunares que monitorea la Comisión Nacional de Aguas (1990) a través de las estaciones hidrométricas.

Figura 1. Ubicación de los 16 sitios de muestreo en la Costa de Chiapas. Laguna Mar Muerto: 1) Balneario La Gloria, 2) Gloria, 3) Punta Flor y 4) Paredón. Joya-Buenavista: 5) Polka, 6) Joya, 7) Manguito y 8) Mosquito. Carreta-Pereyra: 9) Carreta y 10) Zapotal. Encrucijada: 11) Zacapulco, 12) Palmas-Garzas, 13) Barra, 14) Encrucijada, 15) Concepción y 16) Hueyate.

Resultados

Clasificación. La clasificación por sitios de muestreo nos permitió distinguir ocho agrupaciones, indicadas en la figura 2. Estas agrupaciones están definidas por la dominancia de una o dos especies más que por una combinación particular de especies. Esta dominancia se observa claramente en el campo. El cuadro 1 indica la ocurrencia de estas agrupaciones en los 4 sistemas lagunares. El nombre con el que se denominó a cada agrupación está determinado por las especies características (Westoff y van der Maarel, 1978). La agrupación *Rhizophora mangle-Sporobolus virginicus* (I), está restringida al Mar Muerto. Las agrupaciones *Avicennia germinans-Batis maritima* (II) y *A. germinans* (III), se distribuyen principalmente en los sistemas lagunares del Mar Muerto y la Joya-Buenavista. La agrupación *Laguncularia racemosa* (IV) se distribuye en la Joya-Buenavista y Carreta-Pereyra. Las agrupaciones *A. germinans-R. mangle*, *R. mangle-L. racemosa* y *R. mangle* (V a la VII respectivamente) se presentan en los cuatro sistemas lagunares. Tanto la agrupación VII como la agrupación *R. mangle-Pachira acuatica* (VIII) están presentes en el sistema lagunar de La Encrucijada. A continuación describimos cada una de las agrupaciones considerando su composición, algu-

Figura 2. Ordenación de los cuadros de muestreo. Los ejes 1 y 2 contienen, respectivamente, 47% y 26% de la varianza total de los datos. Los números corresponden a las asociaciones obtenidas de la clasificación: I *Rhizophora mangle-Sporobolus virginicus*, II *Avicennia germinans-Batis maritima*, III *A. germinans*, IV *Laguncularia racemosa*, V *A. germinans-R. mangle*, VI *R. mangle-L. racemosa*, VII *R. mangle*, VIII *R. mangle-Pachira acuatica*. Las coordenadas (indicadas con los círculos) corresponden a los levantamientos.

nas características estructurales (altura y cobertura) y fisonómicas de las mismas.

I. *Rhizophora mangle-Sporobolus virginicus*. Está integrada por cuatro especies, las especies características, además de *Sesuvium portulacastrum* y *Avicennia germinans*. El estrato herbáceo tiene una altura promedio de 0.23 m y está formado por *S. virginicus* y *S. portulacastrum*. El estrato arbóreo, de 3 a 4 m de altura, está compuesto por *R. mangle* y *A. germinans*. La cobertura de *S. virginicus* comprende de 40 a 60 % y la de *R. mangle* de 30 a 50 %. Bajo los árboles se establecen especies herbáceas de hojas suculentas, principalmente *S. virginicus* acompañado de *S. portulacastrum*. La agrupación crece sobre suelos arenosos, inundados durante la marea alta en salinidades de 53 ‰. El aspecto es de una vegetación muy abierta donde penetra una gran cantidad de luz, que crece en el borde de la laguna de Mar Muerto formando una primera franja de vegetación de aproximadamente 4 m de ancho hacia tierra adentro. Es común observar atrás de esta agrupación la formación de caminos.

II. *Avicennia germinans-Batis maritima*. Compuesta por ocho especies. Está integrada además por *Conocarpus erecta*, *Laguncularia racemosa*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus virginicus* y *Rhizophora mangle*. El estrato herbáceo tiene en promedio 0.63 m de altura conformado por *S. portulacastrum*, *S. virginicus*, *B. maritima*, plántulas y juveniles de *R. mangle*. En el estrato arbóreo, con alturas que van de 3 a 6 m, registramos a *A. germinans*, *R. mangle*, *L. racemosa* y *C. erecta*. En esta agrupación se presentan las cuatro especies del manglar registradas para México (Novelo-Retana, 1978). La cobertura para *A. germinans* es de 25 a 85% y para *B. maritima* de 15 a 80%. Se desarrolla en suelos arenosos, en salinidades de 42 a 52 ‰. Es una agrupación con la cobertura vegetal mayor que en la agrupación anterior aunque sigue siendo bastante abierta, permitiendo con ello el establecimiento de especies herbáceas, principalmente de *B. maritima*. Se localiza en Mar Muerto y la Joya-Buenavista distribuida tierra adentro en manchones rodeados de zonas abiertas desprovistas de vegetación y colindando, en algunos casos, con matorral costero.

III. *Avicennia germinans*. Integrada por cinco especies que son *A. germinans*, *Batis maritima*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Sesuvium portulacastrum*. El estrato herbáceo tiene 0.47 m de altura y está compuesto por *B. maritima*, *S. portulacastrum* y por plántulas y juveniles de las especies arbóreas. El estrato arbóreo, de 4 a 16 m de altura, está compuesto por individuos de *A. germinans*, y la cobertura es del 70-90%. Se desarrolla sobre suelos arenosos, inundados, cuya salinidad varió de 2.4 a 58 ‰. El aspecto de la agrupación es de una vegetación que va de arbustiva a ar-

bórea dependiendo de la localidad. Se pudo observar que conforme el dosel se cierra, disminuye la cobertura de las herbáceas. La agrupación se establece tierra adentro en Mar Muerto y en La Joya-Buenavista donde la cobertura y la altura se incrementan considerablemente.

IV. *Laguncularia racemosa*. Integrada por tan sólo tres especies con *Batis maritima* y *Rhizophora mangle* como acompañantes. En el estrato herbáceo *B. maritima* alcanzaba alturas hasta de 1 m y la altura del estrato arbóreo de 4 a 8 m. La cobertura de la especie característica es de 40 a 75 %. Esta agrupación se desarrolla en substrato lodoso y generalmente con gran contenido de hojarasca en zonas donde la salinidad varió de 34 a 42.5‰. Los individuos de *L. racemosa* se mezclan con *R. mangle* en las zonas próximas a los cuerpos de agua, y *B. maritima* en los bordes de las zonas abiertas. Esta agrupación se registró en Carreta-Pereyra y la Joya-Buenavista donde es posible observar grandes extensiones de *L. racemosa*. En la Joya-Buenavista se observaron grandes extensiones de individuos muertos de esta especie.

V. *Avicennia germinans*-*Rhizophora mangle*. Integrada por seis especies *Batis maritima*, *Conocarpus erecta*, *Laguncularia racemosa*, *Rhynchelitrum* sp. y las dos especies características. El estrato herbáceo tiene entre 0.5 y 1 m de altura y está formado básicamente por plántulas de las dos especies características y por *B. maritima*. El estrato arbóreo alcanza de 4 a 25 m de altura integrado por las cuatro especies del manglar con una cobertura de 20 a 90 %. Crece en suelos arenoso-lodosos, inundados, con hojarasca y salinidad de 8 a 46‰. Esta agrupación generalmente se localiza tierra adentro detrás de la agrupación de *R. mangle*. Se distribuye en todos los sistemas lagunares y la cobertura y altura del estrato arbóreo aumentan hacia el SO de la costa. Especies como *B. maritima* y *Rhynchelitrum* sp. del estrato herbáceo se presentan más comúnmente hacia Mar Muerto.

VI. *Laguncularia racemosa*-*Rhizophora mangle*. Compuesta por siete especies. *Batis maritima*, *Acrosticum aureum*, *Avicennia germinans*, *Rhynchelitrum* sp. y una Liliaceae. El estrato herbáceo tiene de 0.4 a 1 m de altura y está compuesto por *B. maritima*, *A. aureum*, *Rhynchelitrum* sp, Liliaceae y por plántulas de *R. mangle*. En esta agrupación la presencia del estrato arbustivo con *A. aureum* alcanza de 1 a 2 m de altura. El arbóreo varía entre 6 a 30 m de altura, dependiendo del sitio al igual que en la agrupación anteriormente descrita. La cobertura de las especies características fue de 55 a 100%. La agrupación crece en suelos fangosos con gran contenido de hojarasca y con 0.65 a 43.4‰ de salinidad. Esta agrupación se encontró en zonas cercanas a los esteros. Presente en todos los sistemas lagunares, excepto en Mar Muerto.

VII. *Rhizophora mangle*. Compuesta por siete especies. Acompañada de *Acrosticum aureum*, *Avicennia germinans*, *Batis maritima*, *Laguncularia racemosa*, una Liliaceae y *Panicum* sp., es una de las agrupaciones con un mayor número de especies. Esta agrupación tiene una amplia distribución en los cuatro sistemas lagunares, principalmente alrededor de los cuerpos de agua. El estrato herbáceo tiene de 0.6 a 1 m de altura conformado por *Batis maritima*, una Liliaceae, *Panicum* sp. y por plántulas de *R. mangle*. El arbustivo, de 1.5 a 3 m de altura compuesto por *Acrosticum aureum*. El arbóreo conformado fundamentalmente por *R. mangle*. La altura varía de 4 a 20 m, dependiendo del sitio. La cobertura de la especie característica es de 70 a 100%. Los suelos varían de arenosos a lodosos, inundados y contienen gran cantidad de ho-

Figura 3. Gastos de los ríos ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) que drenan en los sistemas lagunares de (a) La Encrucijada; (b) La Joya; (c) Carreta; (d) Mar Muerto.

jarasca. La salinidad oscila entre 0.6 a 46.2‰. La fisonomía de esta agrupación se modifica fuertemente y permite apreciar los cambios que sufre la vegetación a lo largo de la costa. Mientras que en la zona de Mar Muerto el aspecto de la agrupación es de poca altura; conforme se avanza hacia el SO se observa una vegetación que registra árboles de hasta 35 m como en la Encrucijada. Esta agrupación siempre se presenta alrededor de los cuerpos de agua y generalmente precede a las demás agrupaciones tierra adentro.

VIII. *Rhizophora mangle*-*Pachira acuatica*. Integrada por las especies características, *Acrosticum aureum*, una Anonaceae, *Hydrocotyle bonariensis*, una Liliaceae, *Eichornia crassipes* y *Pithecellobium dulce* con un total de ocho especies. En el estrato herbáceo, *H. bonariensis*, *E. crassipes*, plántulas de *R. mangle* y una Liliaceae alcanzan de 0.5 a 1 m de altura; el arbustivo, compuesto por *A. aureum*, tiene de 2 a 2.5 m de altura y el arboreo compuesto por las especies características y ocasionalmente por *P. dulce*. (especie de las zonas aledañas al matorral costero), tiene alturas de 20 a 30 m. El dosel es prácticamente cerrado, con coberturas de 90 a 100%. Los suelos son pantanosos, inundables, de color oscuro, con gran acumulación de hojarasca. La salinidad fue la más baja del muestreo (0.17 a 0.6‰). Esta agrupación arbórea sólo se presenta en el sistema lagunar de La Encrucijada.

Ordenación. En la figura 2 se muestra la ordenación florística de las muestras con la superposición de las ocho agrupaciones. Los dos primeros ejes de la ordenación explican el 73 % de la varianza de los datos. La ordenación a lo largo del eje 1, que representa

46 % de la varianza, corresponde a la distribución de los sistemas lagunares de NO a SE; en el extremo izquierdo están las agrupaciones que caracterizan el sistema lagunar Mar Muerto, sitios de mayor salinidad, y en el extremo derecho, las del sistema lagunar de La Encrucijada, de menor salinidad. Este eje está también significativamente asociado a un gradiente de salinidad que disminuye hacia el SE ($r=-0.76$, g. l.=15, $p<0.001$). En cuanto al eje 2 de la ordenación, que representa el 26 % de la varianza no se pudo relacionar con ningún factor.

Hidrología. Una parte relativamente baja del aporte de agua a los sistemas lagunares es por precipitación local. El aporte significativo lo constituyen tanto las corrientes superficiales como subterráneas. Al respecto, los datos de descarga por corrientes superficiales son muy diferentes en los cuatro sistemas lagunares, pues tanto el número de ríos como su gasto se incrementa de NO a SE, es decir, del Mar Muerto hacia La Encrucijada (figura 3).

Altura de los árboles. En general, la altura de los árboles de manglar tiende a ser mayor en las localidades situadas al SE (cuadro 2). Hay una correlación positiva entre el gasto promedio de los ríos y altura promedio de las especies de manglar ($r=99.7$, $p=0.05$, $n=3$, figura 4), esto es, la altura del manglar se incrementa con un mayor aporte de agua dulce. Cabe mencionar que excluimos el punto correspondiente al Mar Muerto (círculo vacío, figura 4), pues esta laguna es la de mayor extensión de todo el sistema y el aporte de los ríos es poco significativo, como lo sugiere el hecho de que su salinidad es mayor que la

Cuadro 2. Alturas promedio (m) de las especies características y salinidad (‰) en los diferentes sitios de muestreo.

Especie	Sistemas lagunares															
	Mar Muerto				La Joya				Carreta	La Encrucijada						
									Sitios							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Pachira acuatica</i>													25	30	24	
<i>Laguncularia racemosa</i>					5.3	7.2	12.8	10	14.1		13.4		5.3	30		
<i>Avicennia germinans</i>	3.6	4.4	5.6	4		13.7	16				5.6	16	7			
<i>Rhizophora mangle</i>	3		5	6		11	12	9.7	17.6	20	25	19	8.6	30.6	31	25
Salinidad	53	58	46	43	43	38	2.4	43	34	40	8	15	16	0.6	0.17	0.06

del mar (J. López-Portillo, datos sin publicar). La figura 5 relaciona positivamente la altura de *L. racemosa* ($r=0.56$; $n=62$; $P=0.0001$) y *R. mangle* ($p=0.0001$; $r=0.59$; $n=126$) con el eje 1 del análisis de correspondencia. Esta relación no fue significativa para *A. germinans* ($r=0.24$, g. l.=47, $p=0.09$) (figura 5a).

Discusión

Método. El método utilizado en campo nos permitió de manera relativamente rápida obtener un panorama general de la vegetación del manglar en las principales lagunas de la costa de Chiapas. Esto permitió realizar un muestreo que abarca una gran extensión en un tiempo relativamente corto. Este método es posible de aplicar en manglares ya que es una comunidad que cuenta con un número reducido de especies (Novelo-Retana, 1978) lo que facilita la aplicación de la escala de cobertura y abundancia (Westoff y van der Maarel, 1978) aún tratándose de una comunidad arbustiva o arbórea. Asimismo los métodos multivariados son una herramienta que nos permitió organizar una gran cantidad de información para generar una primera aproximación sobre el tipo de manglares y su distribución abriendo con ello la posibilidad de otro tipo de trabajos más específicos y con preguntas más particulares.

Clasificación. Pudimos distinguir ocho agrupaciones de manglar en los cuatro sistemas lagunares bajo estudio. Dichas agrupaciones resultan de la abundancia relativa de las especies presentes en cada censo. Esto indica que, aunque los manglares son relativamente pobres en especies, hay cambios fisonómicos que resultan evidentes. Aunque hay descripciones de estos cambios fisonómicos (Thom, 1967; Ukpong, 1992; Clark y Allaway 1993; Clarke y Myerscough, 1993; Molina-Lara y Esquivel, 1993; Imbert y Ménard, 1997), este es el primer trabajo en donde éstos se analizan con herramientas de análisis multivariado. Se puede realizar una caracterización por especies en esta zona del Pacífico: *R. mangle* colinda con el cuerpo de agua en zonas continuamente inundadas; *A. germinans* que se distribuye a cierta distancia del cuerpo de agua y tierra adentro, sobre substratos inundables, al menos en una parte del año, *L. racemosa* está en regiones alejadas del cuerpo de agua en zonas de salinidad reducida (Molina-Lara y Esquivel, 1993; Imbert y Ménard, 1997). Si bien podemos localizar parches monoespecíficos de tamaños variables de cada una de estas especies, cabe mencionar que hay áreas de transición con una mezcla de especies (Molina-Lara y Esquivel, 1993). En otros trabajos se reconoce que la interacción entre el régimen hidrológico y geomor-

fología juega un papel muy importante, pues afecta el tipo de suelo, la elevación del substrato, el cauce y la cantidad de agua a nivel local e influye en la salinidad del sitio, lo que repercute en el tipo y en la fisonomía del manglar (Thom, 1967; López-Portillo y Ezcurra, 1989a; McKee, 1995; Upkong, 1995).

Cabe mencionar que agrupaciones monoespecíficas de *L. racemosa* se han asociado en algunos casos a zonas perturbadas (Thom, 1967). En algunas zonas de México se abren canales que comunican a los poblados más rápidamente al mar. Sin embargo, esto podría tener una gran repercusión para los manglares ya que se modifica fuertemente el nivel de inundación lo cual puede ser la causa de las zonas muertas de *L. racemosa* en la laguna de la Joya-Buenavista donde los pescadores mencionaron la apertura de canales.

Ordenación. Las agrupaciones de manglar se distribuyen en un gradiente de aporte de agua dulce continental que sigue la dirección NO-SE de la costa. Los grupos dominados por *A. germinans* se ubican preferentemente al NO, que corresponde a la zona más salina y con menos aporte de agua continental, mientras que la agrupación *R. mangle-P. acuatika* se establece únicamente al SE, prácticamente en condiciones de agua dulce.

Las especies características de las agrupaciones tienen diferentes tolerancias a la salinidad. *R. mangle* fue la especie que mostró un intervalo de tolerancia más amplio pudiendo encontrarse tanto en condicio-

Figura 4. Relación entre la altura promedio de los manglares por sistema lagunar con respecto al aporte de agua dulce a través de los ríos. La regresión se calculó sin considerar el punto correspondiente al Mar Muerto (ver texto).

nes de agua dulce prácticamente como en zonas salinas (McMillan, 1974; Steenis, 1984; Taylor, 1986; Werner y Stelzer, 1990; Ukpog, 1995). *A. germinans* se estableció en los suelos más salinos lo que coincide con otros reportes (McMillan, 1974; Cintrón *et al.*, 1978, 1980; Soto y Jiménez, 1982). Por último, *L. racemosa* se estableció en salinidades inferiores, una característica reportada para esta especie (Jiménez, 1985; Ukpog, 1995).

Los resultados de la clasificación y la ordenación indican que la fisonomía y estructura de los manglares está asociada a la salinidad de los sitios (Ukpog, 1992). En relación con la altura, el gradiente que

caracterizamos para la costa de Chiapas contiene prácticamente todos los valores reportados para el continente americano: los valores obtenidos en Mar Muerto corresponden con los reportados para Puerto Rico (Cintrón *et al.*, 1978), Tamaulipas y el norte de Veracruz (Lot-Helgueras *et al.*, 1975); los valores de la Joya-Buenavista y Carreta-Pereyra son semejantes a las alturas reportadas en la laguna de Mandinga (Lot-Helgueras *et al.*, 1975), Laguna de Términos (Jardel *et al.*, 1987) y Nayarit (Pool *et al.*, 1977); para La Encrucijada (ya reportado por Flores-Verdugo *et al.*, 1992; Ramírez-García y Segura-Zamorano, 1994) las alturas son semejantes o superiores a algunas zonas de Laguna de Términos (Day *et al.*, 1987, 1988). En las halófitas, el incremento en la tolerancia a la salinidad se hace a expensas del crecimiento y la habilidad competitiva de las plantas (Ball y Pidsley, 1995). En los manglares en particular, la reducción en el crecimiento está asociada a altas cantidades de cloro y sodio en los tejidos que a su vez afectan los mecanismos que controlan la concentración intracelular de fósforo, con efectos adversos para el crecimiento (Maas y Nieman, 1978; Clough, 1984).

Las variaciones en la salinidad de NO a SE pueden explicarse por el aporte de agua dulce vía corrientes superficiales y subterráneas (Semeniuk, 1983), un factor importante en la distribución de los manglares (Flores-Verdugo *et al.*, 1987), pues hay un aporte que, aunque varía en el ciclo anual, reduce en general la salinidad local (Semeniuk, 1983) y favorece la ganancia en altura de los mangles (Soto y Jiménez, 1982). Asimismo esta variación modifica fuertemente la fisonomía de los manglares en los diferentes puntos de la costa. La reducción de la salinidad explicada en términos de las corrientes de agua continentales tiene importantes implicaciones para el manejo de las cuencas que drenan hacia los sistemas lagunares, en este caso la Sierra del Soconusco, donde las precipitaciones son abundantes y La Encrucijada funciona como un gran colector de este aporte de agua. Los manglares del Pacífico de México han sido poco estudiados, pero es muy probable que sea ahí en donde la composición y la estructura están mejor desarrolladas. Resulta evidente que las cuencas que drenan en los sistemas de manglar deben ser manejadas de una manera adecuada, porque de esto parece depender, en gran medida, la contribución en productividad primaria de las comunidades de manglar y posiblemente su permanencia.

Agradecimientos

El presente trabajo se realizó con el apoyo de CECO-DES. Nuestro agradecimiento a Antonio Martínez,

Figura 5. Altura de tres especies de manglar con respecto al eje 1 de la ordenación a) *Avicennia germinans*, b) *Rhizophora mangle* y c) *Laguncularia racemosa*.

Adriana Otero, Arturo Navarro, Irene Sánchez, Ricardo León, a los lancheros que amablemente ayudaron en el muestreo y a Marco Antonio Romero por las figuras.

Literatura citada

- Ball M. C. y Pidsley S. M. 1995. Growth responses to salinity in relation to distribution of two mangrove species, *Sonneratia alba* and *S. lanceolata*, in northern Australia. *Functional Ecology* 9:77-85.
- Blasco F. 1991. Los manglares. *Mundo Científico*. 11:616-625.
- Breedlove D. E. 1981. *Introduction to the Flora of Chiapas*. California Academy of Sciences. U. S. A. 35 pp.
- Bunt J. S., Williams T y Clay H. J. 1982. River water salinity and the distribution of mangrove species along several rivers in North Queensland. *Australian Journal of Botany* 30:401-412.
- Carranza-Edwards A., Gutiérrez-Estrada M. y Rodríguez-Torres R. 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 2:81-88.
- Centro de Ecodesarrollo. 1991. Sistemas acuáticos. En: Planificación y Manejo de los Recursos Costeros de la Cuenca del Pacífico (costas de Chiapas y Oaxaca). II Informe Parcial. Rendido a Petróleos Mexicanos. México, D. F., 8-46.
- Cintrón G., Lugo A. E., Pool D. J. y Morris G. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica* 10:110-121.
- Cintrón G., Coenaga C. y Lugo, A. E. 1980. Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas áridas. En: Memorias del Seminario sobre el Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO. Cali, Colombia, 18-32.
- Clarke P. J. y Allaway W. G. 1993. The regeneration niche of the gray mangrove (*Avicennia marina*): effects of salinity, light and sediment factors on establishment, growth and survival in the field. *Oecologia* 93:548-556.
- Clarke P. J. y Myerscough P. J. 1993. The intertidal distribution of the grey mangrove (*Avicennia marina*) in southeastern Australia: The effects of physical conditions, interspecific competition, and predation on propagule establishment and survival. *Australian Journal of Ecology* 18:307-315.
- Clough B. F. 1984. Growth and salt balance of the mangroves *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology* 11:419-430.
- Comisión Nacional de Aguas. 1990. *CD-HIDRO. Datos hidrométricos de México. 1937-1985*. Subdirección General de Administración del Agua. México.
- Day J. W., Conner W. H., Ley-Lou F., Day, R. H. y Machado-Navarro A. 1987. The productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Términos. *Aquatic Botany* 27:267-284.
- Day J. W., Conner W. H., Ley-Lou F., Day R. H. y Machado-Navarro A. 1988. Productivity and composition of mangrove forest at Boca Chica and Estero Pargo. En: Yáñez-Arancibia A. y Day J. W. Jr. Eds. Ecology of Coastal Ecosystems in the Southern Gulf of Mexico: The Terminos Lagoon Region. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Coastal Ecology Institute, Louisiana State University. Editorial Universitaria, México, D. F., 237-258.
- Flores-Verdugo F. J., Day J. W., Briseño-Dueñas R. 1987. Structure, litterfall, decomposition and detritus dynamics of mangroves in a mexican coastal lagoon with ephemeral inlet. *Marine Ecology Progress Series*. 35:83-90.
- Flores-Verdugo F., González-Farías, F., Zamorano D. S. y Ramírez-García P. 1992. Mangrove ecosystems of the Pacific Coast of Mexico: distribution, structure, litterfall and detritus dynamics. En: Seeliger Ed. Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press Inc, New York, 269-288.
- García E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen*. México., D. F. 102 pp.
- Gauch H. G. 1982. *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 298 pp.
- Hill, M. O. 1979. DECORANA: a FORTRAN program for detrended correspondance analysis and reciprocal averaging. Cornell Univ., Ithaca, New York. 52 pp.
- Instituto de Historia Natural. 1991. *Reserva Ecológica "La Encrucijada": Plan Operativo 1991-1992*. Chiapas, México. 225 pp.
- Jardel E. J., Saldaña A, y Barreiro M. T. 1987. Contribución al conocimiento de la ecología de los manglares de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Ciencias Marinas* 13:1-22.
- Jiménez J. A. 1985. *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. White Mangrove. Silvics Manual Issues. Institute of Tropical Forestry. U.S. Forest Service. 1-4 pp.
- Jongman R. H., Braak C. J. F. ter y Tongeren O. F. R van. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc Wageningen. Netherlands. 292 pp.
- López-Portillo J. 1982. Ecología de manglares y de otras comunidades de halófitas en la costa de la Laguna de Mecoacán, Tabasco. Tesis de licenciatura. UNAM, México, 160 pp.
- López-Portillo J. y Ezcurra E. 1985. Litter fall of *Avicennia germinans* L. in a one year cycle in a mudflat at the Laguna de Mecoacán, Tabasco, México. *Biotropica* 17:186-190.
- López-Portillo J. y Ezcurra E. 1989a. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. *Functional Ecology* 3:355-361.
- López-Portillo J. y Ezcurra E. 1989b. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at Laguna de Mecoacán, México. *Biotropica* 21:107-114.

- López-Ramos E. 1979. *Geología de México*. Ed. Escolar. México, D. F. 200 pp.
- Lot-Helgueras A., Vázquez-Yanes C. y Meléndez L. F. 1975. Physiognomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf Coast of México. En: Walsh, G. E., Snedaker S. C. y Teas H. J. Eds. *Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida, 1:52-61.
- Maas E. V. y R. H. Nieman. 1978. Physiology of plant tolerance to salinity. En: G. A. Jung Ed. *Crop tolerance to suboptimal land conditions*. Am. Soc. Agron., Madison, WI, 277-299.
- McKee K. L. 1995. Seedling recruitment patterns in a Belizean mangrove forest: effects of establishment ability and physico-chemical factors. *Oecologia* **101**:448-460.
- McMillan C. 1974. Salt tolerance of mangroves and submerged aquatic plants. En: Reinhold R. J. y Queen W. H. Eds. *Ecology of halophytes*. Academic Press. New York, 379-390.
- Matteucci D. S. y Colma A. 1982. *Metodología para el Estudio de la Vegetación. Serie de Biología*. Monografía No. 22. Secretaría General de la OEA. Venezuela. 168 pp.
- Menéndez F. 1976. Los manglares de la Laguna de Sontecomapan, Los Tuxtlas, Ver.: Un estudio florístico ecológico. Tesis de licenciatura. UNAM, México, 115 pp.
- Miranda F. 1952. *La Vegetación de Chiapas. Parte I*. Ediciones del Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 128 pp.
- Molina-Lara O. A. y Esquivel R. E. 1993. Asociaciones vegetales en el manglar de la Barra de Santiago Ahuachapán, El Salvador. *Revista de Biología Tropical* **41**:37-46.
- Novelo-Retana, A. 1978. La vegetación de la estación biológica El Morro de la Mancha, Ver. *Biotica* **3**:9-23.
- Pascuas N. B. de 1980. Características fitosociológicas de los manglares en el Parque Nacional Tayrona. En: *Memorias del Seminario sobre el Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares*. UNESCO, Cali, Colombia, 33-45.
- Pannier F. y Pannier R. F. 1976. Manglares: Un enfoque fisiológico. *Biología* **6**:51-57.
- Pool D. J., Snedaker S. C. y Lugo A. E. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica* **9**:195-212.
- Ramírez-García P. y Segura-Zamorano D. 1994. Ordenación de la vegetación de manglar de la laguna de Panzacola, Chiapas. *Serie Grandes Temas de la Hidrobiología. Los Sistemas Litorales*. UAMI, UNAM (2):105-113.
- Rico-Gray V. 1979. El manglar de la Laguna de La Mancha, Ver. Estructura y productividad neta. Tesis de licenciatura. UNAM, México, 32 pp.
- Rico-Gray V. y Lot-Helgueras. 1983. Producción de hojarasca del manglar de la Laguna de La Mancha, Veracruz, México. *Biotica* **8**:295-302.
- Rützler K. 1969. The mangrove community: Aspects of its structure, faunistics and ecology. En: Ayala-Castañares A. y Phleger F. B. Eds. *Lagunas Costeras, un Simposio*. Memorias del Simposio Interno Lagunas costeras. UNAM-UNESCO, México., D. F., 515-535.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. *Atlas Nacional del Medio Físico*. México.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1975. Regiones hidrológicas Núm. 23 (Costa de Chiapas) y Núm. 29 (Coatzacoalcos). Tomo II. Subsecretaría de Planeación, Dir. Gral. de estudios, Dir. de Hidrología. México, D. F. *Boletín hidrológico* **37**.
- Semeniuk V. 1983. Mangrove distribution in Northwestern Australia in relationship to regional and local freshwater seepage. *Vegetatio* **53**:11-31.
- Soto R. y Jiménez J. A. 1982. Análisis fisonómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* **30**:161-168.
- Steenis C. G. G. J. van 1984. Three more mangrove trees growing locally in nature in freshwater. *Blumea* **29**:395-397.
- Taylor F. J. 1986. Mangroves in freshwater. *Blumea* **31**:271-272.
- Thom B. G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, México. *Journal of Ecology* **55**:301-343.
- Tongeren, O. van. 1986. Flexlus, an interactive program for classification and tabulation of ecological data. *Acta Botanica Netherlands* **35**:137-142.
- Ukpong Y. E. 1992. The structure and soil relations of *Avicennia* mangrove swamps in southeastern Nigeria. *Tropical Ecology* **33**:1-16.
- Ukpong Y. E. 1995. Mangrove soils of the Creek Town Creek/Calabar river swamp. South eastern Nigeria. *Tropical Ecology* **36**:103-115.
- Valdés-Hernández J. 1991. Estructura fisonómica del bosque de mangles de la Laguna de Agua Brava, Nayarit. Tesis de licenciatura (Ingeniero Forestal) División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapin-go. 263 pp.
- Vázquez-Yanes C. 1971. La vegetación de la Laguna de Mandinga, Ver. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Méx.* **42, Serie Botánica** 1:49-94.
- Werner A. R. y Stelzer. 1990. Physiological responses of the mangrove *Rhizophora mangle* grown in the absence and presence of NaCl. *Plant, Cell and Environment* **13**:243-255.
- West R. C., Psuty N. P. y Thom B. G. 1976. *Las Tierras Bajas de Tabasco en el Sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco. México. 200 pp.
- Westhoff V. y van der Maarel. 1978. The Braun-Blanquet approach. En: Whittaker R. H. Ed. *Classification of Plant Communities*. Junk, The Hague, 287-399.